



Màster universitari en **Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

## Treball de fi de màster

Títol: **Desenvolupar el pensament computacional des de matèries diferents sense l'ús de l'ordinador.**

Cognoms: **Hernández Torner**

Nom: **Víctor**

Titulació: **Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària  
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes**

Especialitat: **Tecnologia**

Director/a: **María Pilar Almajano Pablos**

Data de lectura: **20 de juny de 2018**

## ÍNDEX

<b>1. Introducció</b>	<b>2</b>
1.1 Context i justificació del treball	2
<b>2. Estat de l'art</b>	<b>3</b>
2.1 Què entenem per pensament computacional?	3
2.2 Computer Science Unplugged	5
<b>3. Hipòtesis de treball</b>	<b>6</b>
<b>4. Metodologia de treball</b>	<b>7</b>
<b>5. Desenvolupament del treball</b>	<b>8</b>
5.1 La mostra	8
5.2 L'instrument d'avaluació	10
5.2.1 La test de pensament computacional	10
5.2.2 Característiques del test	12
5.2.3 Mostra i resultats	14
5.3 Les activitats	15
5.3.1 Algorismes a la vida quotidiana	16
5.3.2 Joc de cartes	17
5.3.3 Camins	19
5.3.4 Mots encreuats	20
5.3.4 Tetris	22
5.3.5 Tetris ampliació	24
5.3.6 Cupcakes	25
5.4 Programació de les sessions d'activitats	28
<b>6. Anàlisi dels resultats</b>	<b>29</b>
6.1 Resultats del Test Inicial	29
6.2 Realització de les activitats	33
6.3 Resultats del test posterior i comparativa del grup d'assaig	36
6.4 Resultats del test posterior i comparativa del grup de control	43
6.5 Comparativa entre el grup d'assaig i grup de control	46
<b>7. Conclusions i treball futur</b>	<b>47</b>
<b>8. Bibliografia</b>	<b>49</b>

*LLicència del treball: CC BY-NC-SA*

## 1. Introducció

### 1.1 Context i justificació del treball

Aquest treball sorgeix a partir de la lectura de l'informe *Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education* (Bocconi et al., 2016), publicat per la Unió Europea l'any 2016, i que té com a objectiu contribuir al debat internacional que ha posat de manifest la importància dels estudis de pensament computacional; no només pel que fa al contingut, sinó també al potencial que posseeix per fomentar el desenvolupament d'habilitats de pensament general i de competències digitals.

Per una banda, l'informe insisteix en la importància d'adoptar el pensament computacional de forma oficial en el currículum de l'ensenyament obligatori, tant en l'etapa de primària com de secundària, de tots els països de la Unió Europea i, de com alguns d'aquests països ja ho estan duent a terme. La decisió de canviar el currículum oficial per introduir el pensament computacional a la docència des de l'educació primària en països com França, Itàlia, Dinamarca, Portugal o el Regne Unit n'és un clar exemple (European Schoolnet, 2015).

Espanya, tot i que el *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)* ja ha començat a treballar (INTEF, 2018), és un dels països en els quals encara no s'han adoptat mesures oficials. No obstant això, sí que hi ha certes comunitats autònomes, com és el cas de Catalunya, que treballen aquesta competència dins de l'assignatura de tecnologia del currículum de l'Educació Secundària Obligatoria, sobretot a partir de 2n d'ESO.

Per altra banda, l'informe també analitza quines són actualment les metodologies que s'utilitzen per portar el pensament computacional a les aules. D'entre totes, volem destacar les activitats *Computer Science Unplugged*, que treballen pensament computacional sense ordinador o dispositiu mòbil i sense estar connectat a la xarxa.

A causa de la naturalesa d'aquest tipus d'activitats, vam pensar en la possibilitat d'aplicar-les tant al cicle inicial de l'educació secundària com al cicle superior de la primària a Catalunya. En un moment on encara s'està definint com s'implantarà el pensament computacional en el currículum, el *Computer Science Unplugged* podria ser un gran recurs al cicle inicial de la secundària, on aquest tipus d'activitats poden ser de gran ajut per facilitar la introducció de conceptes computacionals als alumnes abans que aquests comencin a programar amb algun llenguatge de programació.

També, se'n podria fer ús al cicle superior de primària, on els equipaments informàtics dels centres es troben en una situació molt desigual i, per tant, molts alumnes tenen un accés molt limitat als ordinadors. A més, els alumnes arribarien a l'ESO, on l'ordinador ja és part del seu dia a dia, amb aquesta competència més assolida.

En aquest sentit, l'any 2009 a Israel, país on el pensament computacional està present des de fa molts anys a l'educació primària (European Schoolnet, 2015), es va fer un estudi, anomenat *The effect of CS unplugged on middle-school students* (Taub, Ben-Ari, & Armoni, 2009), sobre com reben els estudiants d'educació mitjana (K-7 i K-10, entre els 11 i 14 anys) les activitats *unplugged*.

L'estudi demostra que, tot i que els estudiants en perceben l'ordinador com a eina essencial del pensament, no senten rebuig cap a les activitats *CS unplugged*. Si no tot el contrari, l'estudi conclou que les activitats *CS unplugged* ajuden a disminuir el rebuig inicial que molts estudiants tenen cap al pensament computacional i que els facilita la comprensió de conceptes que són complexos d'entendre.

També, l'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) va publicar un

estudi anomenat *Students, Computers and Learning: Making the connection* (OCDE, 2015), que analitza dades de 64 països del món sense especificar les regions i conclou que l'ús de les noves tecnologies a les aules no millora 'per se' les competències dels estudiants (Social.cat, 2015).

Dit això, a nivell personal penso que tot i que l'Scratch és el llenguatge de programació més utilitzat actualment perquè els alumnes desenvolupin competències computacionals i digitals, si parlem de pensament computacional pur, un programa no és la millor eina per començar atès que permet trobar solucions sense preguntar-se el perquè més profund.

Per tant, es tracta que en el desenvolupament del pensament, sigui quin sigui el seu aspecte, es capaciï l'alumne per saber com trobar les solucions als reptes i sobretot perquè esculli una solució davant d'un repte. És important no confondre la intuïció (aspecte imprescindible en el desenvolupament del pensament) amb la impulsivitat (aspecte del qual som víctimes davant l'ús de les noves tecnologies). Pensem que les activitats *unplugged* incideixen en el desenvolupament de l'estructura de pensament sense aspectes que ens despistin de l'objectiu.

Així, aquest treball intentarà demostrar que les activitats *unplugged* (sense la necessitat d'utilitzar l'ordinador ni Internet) permeten desenvolupar i millorar el pensament computacional en alumnes del cicle superior de primària o inicial de secundària. Per fer-ho, s'escolliran activitats que treballin les habilitats del pensament computacional, es posaran en pràctica amb els alumnes i s'analitzaran els resultats.

## 2. Estat de l'art

### 2.1 Què entenem per pensament computacional?

Una de les qüestions que cal resoldre abans de preparar tot el material pedagògic és definir què és el pensament computacional i quines són les habilitats que el defineixen. Actualment, encara hi ha poc consens sobre aquesta qüestió, i, per tant, es fa difícil saber quina és la millor manera d'integrar-lo en els programes educatius (Gouws, Bradshaw, & Wentworth, 2013).

L'any 2006, Jeannette Wing introdueix per primera vegada el concepte de pensament computacional en l'article *Computational thinking* (Wing, 2006) en el qual defensa que la computació s'estava convertint en la nova alfabetització del segle XXI i que, per tant, aquesta nova competència havia de ser inclosa en la formació de tots els alumnes. Però, què és el pensament computacional?

Segons Wing, en el mateix article conclou que "El Pensament Computacional són els processos de pensament implicats en la formulació de problemes i les seves solucions perquè aquestes últimes estiguin representades de manera que es puguin dur a terme de forma efectiva per un processador d'informació" (Wing, 2006).

És a dir, el pensament computacional és una manera de plantejar i resoldre els problemes perquè un ordinador sigui capaç d'interpretar-los. Però quines són les característiques del pensament computacional?

En successius escrits Wing, a banda de la resolució de problemes, també destaca com a característiques associades al pensament computacional la capacitat d'anàlisi, abstracció i automatització de cada individu (Wing, 2008a, 2008b).

En aquest sentit, l'any 2011, la Societat Internacional de la Tecnologia en Educació (ISTE) i l'Associació de Professors d'Informàtica (CSTA), va desenvolupar una definició de Pensament Computacional que inclogués quines haurien de ser les característiques i habilitats essencials en el pensament computacional (CSTA, 2011). Segons aquesta definició, el pensament

computacional és un procés de resolució de problemes que inclou les següents característiques:

- Formular problemes d'una manera que ens permeti usar un ordinador i altres eines per ajudar-los a resoldre'ls.
- Organitzar i analitzar dades d'una manera lògica.
- Representar dades a través d'abstraccions.
- Automatitzar solucions mitjançant el pensament algorítmic (una sèrie de passos ordenats).
- Identificar, analitzar i implementar possibles solucions amb l'objectiu d'aconseguir la combinació més eficient de passos i recursos.
- Generalitzar i transferir aquest procés de resolució de problemes a una àmplia varietat de problemes.

A partir d'aquí, apareixen nombrosos estudis que intenten enriquir la definició de pensament computacional i avaluar quines haurien de ser les habilitats que el definissin.

En el mateix informe de la Unió Europea anomenat anteriorment, *Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education* (Bocconi et al., 2016), s'analitzen els estudis més importants que s'han escrit sobre la matèria:

- *Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. Learning & Leading with Technology* (Barr, Harrison, & Conery, 2011).
- *Computational thinking for youth in practice* (Lee et al., 2011).
- *Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field* (Grover & Pea, 2013).
- *Computational Thinking: The Developing Definition* (Selby, 2013).
- *A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework - Implications for Teacher Knowledge* (Angeli et al., 2016).

De l'anàlisi d'aquests informes i tenint en compte els articles de Jeanette Wing i els estudis de l'ISTE i el CSTA se n'extreuen les habilitats relacionades amb el pensament computacional que han creat més quòrum:

- **Abstracció:** L'abstracció és el procés de fer un objecte més comprensible a través de la reducció dels detalls innecessaris. La capacitat en l'abstracció resideix en la selecció del detall a ocultar de manera que el problema es torni més fàcil, sense perdre tot el que és important. Una part fonamental de la mateixa és la selecció d'una bona representació d'un sistema (Csizmadia et al., 2015).
- **Pensament algorítmic:** El pensament algorítmic és una forma d'arribar a una solució a través d'una definició clara i ordenada de les passes que cal seguir (Csizmadia et al., 2015).
- **Automatització:** L'automatització és un procés d'estalvi de treball en el qual un ordinador es programa per a executar un conjunt de tasques repetitives de manera ràpida i eficient en comparació amb un ésser humà. Referent a això, els programes d'ordinador són "automatitzacions d'abstraccions" (Lee et al., 2011).
- **Descomposició:** La descomposició és una manera de pensar sobre els objectes en termes de les seves parts i components. Cada peça s'ha d'entendre, solucionar-se, desenvolupar-se i avaluar-se per separat. Això fa més fàcil resoldre problemes complexos (Csizmadia et al., 2015).

- **Depuració:** La depuració és l'aplicació sistemàtica de les habilitats d'anàlisi i avaluació utilitzant com a prova la localització i el pensament lògic per predir i verificar els resultats.
- **Generalització (reconeixement de patrons):** La generalització s'associa amb la identificació de patrons, similituds i connexions, i l'explotació de les característiques. És una forma de resoldre els nous problemes agafant com a referència solucions que han funcionat en altres. En la generalització és molt important el procés de reconeixement de patrons: algorismes que resolen alguns problemes específics es poden adaptar per resoldre tota una classe de problemes similars (Csizmadia et al., 2015).

Aquestes habilitats seran les que nosaltres prendrem com a referència pel nostre estudi.

## 2.2 Computer Science Unplugged

La traducció més propera del terme anglès *unplugged* és desconnectat. Per tant, el *Computer Science Unplugged* serien aquells recursos per treballar el pensament computacional sense connexió a cap dispositiu electrònic (tablet, ordinador, etc.) ni a Internet.

L'aparició d'aquest tipus de recursos es remunta a l'any 1998, quan Tim Bell va publicar als Estats Units el seu llibre *Computer Science Unplugged – Off-line activities and games for all ages* (Bell & Witten, 1998). El llibre va tenir una gran acceptació principalment entre professors, tan de primària com de secundària. A causa d'aquesta acceptació, les seves activitats es van publicar en el lloc web [CS Unplugged](#).

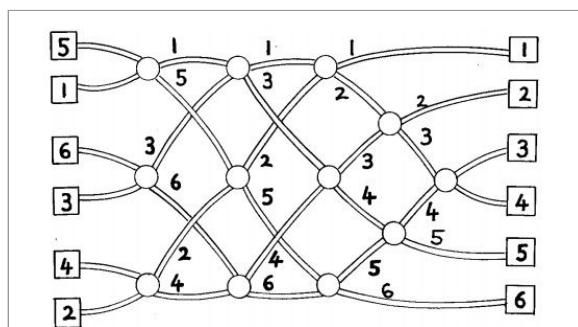


Fig.1 - Exemple de xarxa d'ordenació de nombres extret del llibre *Computer Science Unplugged*

Una de les raons principals que va decidir a Tim Bell publicar un llibre “*unplugged*” és que, segons la seva opinió, la informàtica és divertida i els coneixements informàtics fonamentals haurien de ser obligatoris per a tothom –vivim envoltats d’ells–. El problema radica en la manera en què l’aprenem, que és avorrida i feixuga, i fa que molta gent la rebutgi (Bell & Witten, 1998).

*CS Unplugged* és una col·lecció d'activitats d'aprenentatge gratuïtes que imparteixen pensament computacional a través de jocs i trencaclosques que utilitzen tot tipus d'elements físics com targetes, cordes, llapis de colors, gots, etc. Es va desenvolupar originalment per tal que els joves estudiants poguessin submergir-se en la informàtica, experimentant els tipus de preguntes i reptes que experimenten els científics informàtics, però sense haver d'aprendre la programació en primer lloc (“About - CS Unplugged,” n.d.).

Gràcies a generosos patrocinis, s'han pogut crear altres recursos associats, com ara els vídeos, que tenen com a finalitat facilitar als professors el funcionament de les activitats. Totes

les activitats que s'ofereixen són de "codi obert" i es publiquen sota una llicència de *Creative Commons BY-NC-SA*, de manera que es poden copiar, compartir i modificar ("About - CS Unplugged," n.d.).

Actualment, a la xarxa es troben un munt de recursos i iniciatives diferents que ens poden servir d'inspiració per treballar el pensament computacional a l'aula. A banda de *CS Unplugged*, farem un resum de les que ens han semblat més interessants:

- [Bebras](#) és una iniciativa internacional que té com a objectiu principal promoure la computació i el pensament computacional entre docents i alumnes de totes les edats. *Bebras* organitza reptes i concursos en línia on hi participen moltes persones de diferents països.
- [Code.org](#) és una organització no governamental americana que es va crear en resposta a les conclusions d'un estudi que afirmava que en el 90% d'escoles americanes no s'impartia cap assignatura d'informàtica o de programació. Són més de cent empreses i organitzacions que donen suport al projecte. Algunes de les principals són Amazon, Apple, Disney, Khan Academy, Google, Microsoft, Facebook, entre d'altres (Wikipedia, 2017).

Entre les seves principals campanyes trobem "L'Hora del Codi", que pretén que estudiants de tot el món programin a través dels cursos de programació gratuïts que ofereix el portal (Wikipedia, 2017).

- [Programamos](#) és una organització espanyola sense ànim de lucre que té com a l'objectiu promoure el desenvolupament del pensament computacional des d'edats molt joves. Es configura com una xarxa social que permet l'intercanvi de bones pràctiques, recursos i idees que promouen la programació, la codificació i el pensament computacional.
- [Barefoot Computing](#) és un programa que dona suport als mestres de primària del Regne Unit en l'aplicació del currículum de computació. Els atorga als docents la confiança, el coneixement, les habilitats i els recursos per ensenyar computació i ajudar els joves a convertir-se en "pensadors computacionals".

Sense sortir del Regne Unit, tenim [Computing At School](#), que la seva finalitat és orientar l'ensenyament de la computació per tot tipus de centres, mestres i alumnes.

- [Computacional](#): portal web brasiler on es poden trobar activitats unplugged molt interessants i una selecció d'informes i papers que s'han realitzat sobre el pensament comp

### 3. Hipòtesis de treball

La hipòtesi que plantejem en el Treball de fi de Màster és demostrar que les activitats *unplugged* permeten desenvolupar i millorar el pensament computacional en alumnes del cicle superior de primària o inicial de secundària.

Per això ens hem proposat els següents objectius.

- Objectiu principal
  - Analitzar si els alumnes del cicle superior de primària o inicial de secundària són capaços de millorar el seu pensament computacional després de realitzar activitats *unplugged*.

- Objectius secundaris o específics
  - Crear un llistat d'activitats que ens ajudin a treballar els aspectes més importants del pensament computacional a partir de les competències que s'extreuen de l'informe *Computhink* de la Unió Europea.
    - Avaluar quin són els conceptes computacionals que milloren aquestes activitats.
  - Posar en pràctica aquestes activitats amb alumnes del cycle superior d'educació primària (5è i 6è de primària) o cycle inicial de l'ESO (1r o 2n d'ESO).
    - Avaluar l'interès previ dels alumnes per realitzar activitats sobre computació o el grau de satisfacció dels alumnes després d'haver realitzat les activitats *unplugged*.

#### 4. Metodologia de treball

Per posar en pràctica el nostre estudi necessitarem tres objectes principals:

- **La mostra:** nombre d'alumnes que realitzaran l'estudi.
- **Un instrument d'avaluació** que ens permetrà avaluar el nivell de pensament computacional dels alumnes.
- **Les activitats *unplugged*** que ens serviran per impartir els continguts sobre el pensament computacional als alumnes.

Un cop tinguem clara quina serà la nostra mostra, dividirem els alumnes en dos grups diferents:

- **El grup d'assaig** està format pel grup d'alumnes que realitzaran el test inicial i final, i entremig faran les activitats *unplugged* programades.
- **El grup de control** està format pel grup d'alumnes que només realitzaran el test inicial i el test final.

Ambdós grups realitzaran el mateix test de pensament computacional dues vegades. La diferència és que el grup d'assaig realitzarà activitats *unplugged* entremig dels dos tests i el grup de control no.

D'aquesta manera, podrem analitzar quina diferència hi ha entre els tests dels dos grups. Per una banda, analitzant el resultat del grup d'assaig podrem avaluar quin grau d'aprenentatge han assolit els alumnes que han realitzat les activitats i, per altra, analitzant el grup de control podrem avaluar si els alumnes que no han realitzat les activitats han millorat pel sol fet d'haver realitzat el test amb anterioritat. Gràcies al grup de control evitem treure conclusions errònies del nostre estudi.

Per tant, el nostre estudi constarà de tres fases:

- 1) **Test inicial:** es realitza el test de pensament computacional per primera vegada.
- 2) **Realització d'activitats:** fase en la qual els alumnes realitzaran a classe les activitats *unplugged*.
- 3) **Test posterior:** es realitza el test de pensament computacional per segona vegada.



L'estudi es realitzarà durant 3-4 setmanes i, com a màxim s'utilitzaran dues hores a la setmana. El test inicial es realitzarà la primera setmana. Seguidament, per fer les activitats necessitarem dues setmanes i mitja, i, finalment, el test posterior es realitzarà la quarta i última setmana.

Fase	Nom	Grup control	Grup assaig	Sessions	Temporització	Setmana
1	Test inicial	Sí	Sí	1	1h	1 <sup>a</sup>
2	Realització d'activitats <i>unplugged</i>	No	Sí	5	5h	de la 1 <sup>a</sup> a la 3 <sup>a</sup> o de la 2 <sup>a</sup> a la 4 <sup>a</sup>
3	Test posterior	Sí	Sí	1	1h	4 <sup>a</sup>

Taula 1 - Definició de les fases del nostre estudi

## 5. Desenvolupament del treball

### 5.1 La mostra

La mostra, el conjunt d'individus que realitzen l'estudi, la formen 107 alumnes de diferents cursos: dues classes de 6è de primària i dues de 1r d'ESO (entre 12 i 13 anys) de la mateixa escola pública.

L'Institut està situat a la part alta de la ciutat de Barcelona. Aquesta zona està habitada per famílies de nivell socioeconòmic alt, amb un percentatge molt baix d'immigració. A la zona hi ha un nombre elevat de centres privats i concertats comparat amb el nombre de centres públics.

Una de les característiques importants del centre és que és un Institut-Escola i, per tant, hi tenim representats tots els nivells de l'educació, des de la infantil fins al batxillerat (dels 3 als 18 anys).

Per qüestions del centre, el grup d'assaig estarà format pels alumnes de 6è de primària i el grup de control que estarà format pels alumnes de 1r d'ESO. Dividirem els grups d'assaig i control en dos: A i B, atès que cada grup està format per dos classes diferents.

Nivell	Grup	Edat	Nois	Noies	Alumnes totals	Percentatge
6è de primària	Assaig A	11-12	14	11	25	23,36%
	Assaig B	11-12	13	12	25	23,36%
1r d'ESO	Control A	12-13	17	11	28	26,18%
	Control B	12-13	17	12	29	27,10%
Total			61	46	107	100%
Percentatge			57%	43%	100%	

Taula 2 - Distribució i definició de la mostra que participarà en l'estudi

Abans de començar, s'estudia si els alumnes han tingut algun contacte amb la programació, robòtica o semblants, tant en l'àmbit escolar com en el particular. Per una banda, s'ha preguntat al centre si els alumnes hi han tingut formació en horari lectiu i, per l'altra, a tots els alumnes si l'han estudiat o hi han estat en contacte fora de l'horari lectiu. El resultat ha estat el següent:

- En l'àmbit escolar, a 4t de primària tots els alumnes fan una petita introducció a l'Scratch (llenguatge de programació per blocs ideal perquè els nens s'introdueixin en el món de la programació). Aquesta introducció consisteix en la realització, de forma autònoma i individual però amb la supervisió de l'equip docent, de les [Scratchcards clàssiques](#).
- En el centre, al migdia es fan diferents tallers rotatius i aquests són obligatoris per tots els alumnes de primària que es queden a dinar (en aquest centre en són la gran majoria). Dins del taller de ciències, els alumnes del cicle superior realitzen pràctiques de programació amb Scratch.

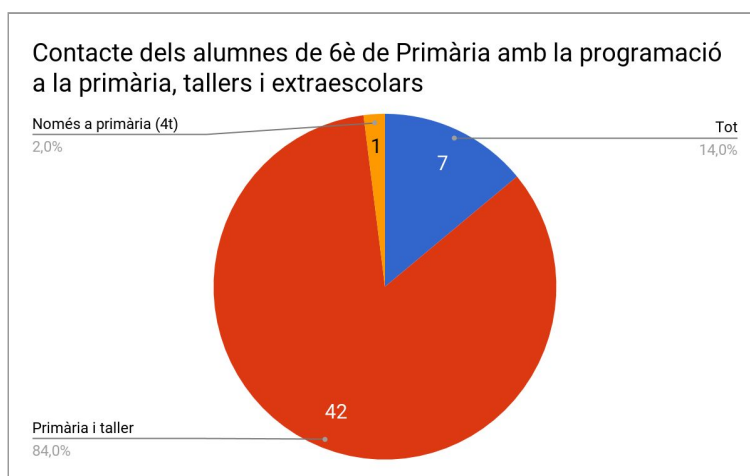
Aquest taller de Scratch s'imparteix durant tres setmanes. És a dir, l'alumnat realitza 15 sessions de Scratch de 50 minuts. En el taller no s'expliquen continguts didàctics sinó que la idea és que per grups vagin practicant de manera autònoma. El taller es divideix en tres fases:

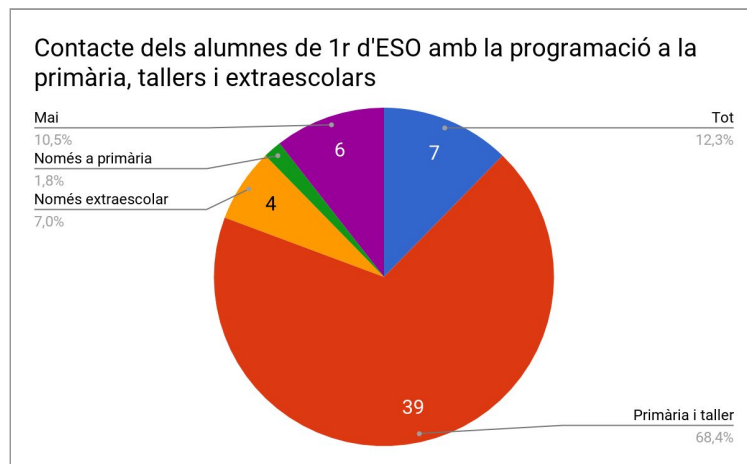
- Realització d'activitats guiades com les Scratchcards o anàlisi d'algun programa ja fet (4 sessions).
- Realització d'un projecte propi. Normalment es fan jocs o animacions (10 sessions).
- Comparteixen el seu projecte i juguen amb els que han realitzat els seus companys (1 sessió).

*Cal remarcar que en el moment que es va començar l'estudi tots els alumnes del 6è de primària (grup d'assaig) ja havien fet el taller.*

- També, s'ha preguntat individualment a tots els alumnes si ha estudiat o han estat amb contacte amb la programació, robòtica o semblants fora de l'horari lectiu.

Els resultats d'aquest estudi ens dona les següents dades:





Com es pot comprovar, de les estadístiques se n'extreu que una gran majoria dels nostres alumnes ja han tingut contacte amb la programació o la robòtica. D'aquests, la gran majoria l'han tingut a 4t de primària dins de l'horari lectiu i realitzant els tallers de migdia.

Per una banda, si ens fixem en la gràfica, dels alumnes de 6è de primària, es pot veure que només hi ha un nen que no fa taller al migdia. Això succeeix perquè és l'únic nen del nivell que no es queda a dinar al centre.

Per l'altra, a la gràfica de 1r d'ESO apareixen dues categories noves: els que mai han tingut contacte amb la programació i els que només l'han tingut de manera extraescolar. Això es deu al fet que a 1r d'ESO entren 10 alumnes nous al centre, 5 per cada classe.

## 5.2 L'instrument d'avaluació

### 5.2.1 La test de pensament computacional

Per a realitzar el nostre estudi, necessitem un instrument que ens permeti avaluar el nivell del pensament computacional de la nostra mostra. Tot i que hi ha una manca d'aquests tipus d'instruments per alumnes de l'educació primària i secundària, finalment, hem escollit el test de pensament computacional creat per Marcos Román-González i descrit en la seva tesi doctoral, *Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas* (Román-González, 2016).

#### [Accés al test de pensament computacional](#)

En la tesi s'explica en detall el fort procés de creació i validació pel qual ha passat el test. Un cop acabat aquest procés, el test es recomana per:

- Realitzar mesures del nivell del pensament computacional dels estudiants.
- Detecció d'estudiants amb altes aptituds per a tasques de programació informàtica, o d'estudiants amb necessitats especials al respecte.
- Avaluació de currículums que tenen com a objectiu l'ensenyament-aprenentatge del pensament computacional.
- Orientació acadèmica i professional d'estudiants cap a disciplines STEM (ciències, tecnologia, enginyeria, matemàtiques).

Per tant, seria vàlid pel nostre estudi.

Per altra banda, segons el seu autor, un dels inconvenients del test és que aquest mesura principalment objectius d'aprenentatge de primer nivell ('adquisició de coneixements' i 'comprensió') i deixa de banda els de segon ('aplicació' i 'anàlisi') i tercer nivell ('síntesi' i 'avaluació') (Román-González, Moreno-León, & Robles, 2017). En el nostre cas això no és un problema, atès que la nostra idea és treballar el pensament computacional en un nivell molt inicial i aquests objectius d'aprenentatge ja ens semblen bé.

A més, també volem destacar altres avantatges importants que ens han ajudat a triar aquest test:

- Per respondre les preguntes del test s'han d'assolir les **habilitats sobre el pensament computacional** explicades en l'apartat 2.1 (anar-hi). De fet, cada ítem del test és una mescla d'aquestes habilitats.
- Els **conceptes computacionals treballats**: direccions bàsiques, bucles, condicionals i funcions simples estan en consonància amb els estàndards d'aprenentatge que fixa la CSTA per a l'educació en ciències de la computació en aquestes edats (CSTA, 2011).
- **Nivell de dificultat** ascendent. També, en l'ús de les estructures de control niades.
- El test està **pensat pels nivells de 1r i 2n d'ESO**. Per tant, és vàlid per la nostra mostra.
- El test ha passat per un fort procés de validació
  - El test va ser analitzat per un **grup d'experts** format per 14 homes i 6 dones amb una mitjana d'edat de 36,9 anys. Tots ells provinents de col·lectius professionals relacionats amb l'educació, la informàtica i la computació.

Després de passar per les mans dels experts, el test va patir diversos canvis. Els més significatius són la reducció de 40 a 28 preguntes i la desaparició d'un bloc de preguntes que feia referència a les funcions amb paràmetres.

- S'agafa una mostra de 400 alumnes de 1r i 2n d'ESO per comprovar que:
  - El test presenta un grau de dificultat adequat. Aquest és un grau mitjà amb una taxa d'encert de 0,59 per a la població estadística.
  - Les puntuacions totals en el test es distribueixen normalment, i de forma simètrica, presentant una bona variabilitat que permet la construcció de barems adequats per a la població de referència.
  - Sembla que el test està ben ajustat a la població estadística, ja que les puntuacions totals en el mateix oscil·len en un rang (de 6 a 27 encerts) ampli, simètric al voltant de la mitjana, però sense tocar el mínim (0 encerts) o màxim (28 encerts) possibles.
- El test també s'ha aplicat a altres nivells tant de 5è i 6è de Primària com de 3r i 4t de l'ESO, per situar convenientment la mida de l'instrument, així com per a sotmetre a contrast empíric la idea que el pensament computacional està vinculat amb la maduració i el desenvolupament evolutiu com la resta d'aptituds cognitives. Els resultats mostren com la mitjana de puntuació del test és ascendent a cada curs que se supera.

### 5.2.2 Característiques del test

Les característiques generals que destaquem del test, extretes de la tesi doctoral (Román-González, 2016), són les següents:

- **Objectius:** el test pretén mesurar el nivell de desenvolupament del pensament computacional en el subjecte.
- **Conceptes que es mesura:** el pensament computacional és la capacitat de formular i solucionar problemes recolzant-se en els conceptes fonamentals de la computació, i usant la lògica-sintaxi dels llenguatges informàtics de programació: seqüències bàsiques, bucles, iteracions, condicionals i funcions.
- **Població objectiu:** el test està dissenyat i dirigit a població escolar d'entre 12 i 13 anys (1r i 2n ESO)
- **Tipus d'instrument:** prova objectiva d'elecció múltiple amb 4 opcions de resposta (només 1 correcta). L'alumne, si vol, pot no contestar les preguntes.
- **Longitud:** 28 ítems o preguntes
- **Temps estimat de realització:** 45 minuts

Cada un dels ítems o pregunta està dissenyat i caracteritzat per les següents 5 dimensions:

- **Concepte computacional:** 7 conceptes computacionals diferents, ordenats en una dificultat creixent. Cada concepte està compost per 4 ítems.
    - Direccions bàsiques
    - Bucles (repetir x vegades)
    - Bucles (repetir fins a)
    - Condicional simple (if)
    - Condicional compost (if /else)
    - Mentre (while)
    - Funcions simples
- Aquests conceptes estan alineats amb els estàndards d'aprenentatge que fixa la CSTA per a l'educació en ciències de la computació en aquestes edats (CSTA, 2011)
- **Tasca requerida:** depenent de quina de les següents tasques cognitives sigui necessària per a la resolució del problema:
    - **Seqüenciació:** l'estudiant ha d'entendre i ordenar una sèrie d'ordres (18 ítems)
    - **Completar:** l'estudiant ha de completar un conjunt incomplet d'ordres prèviament donat (14 ítems)
    - **Depurar:** l'estudiant ha de trobar l'error o millorar (debug) un conjunt incorrecte d'ordres prèviament donat (8 ítems)
  - **Existència de nidificació:** depenent de si la solució del ítem involucra un script-ordres amb conceptes computacionals niats (un concepte embegut en un altre concepte en un ordre de jerarquia superior) o no.
    - No niats (9 ítems)
    - Niats (19 ítems)

- **Estil de les ordres:** a cada ítem, les alternatives de resposta es poden presentar en algun d'aquests dos estils:
  - Visual per fletxes (8 ítems)
  - Visual per blocs (20 ítems).
- **Entorn gràfic dels ítems del test:** es presenten en algun dels següents dos entorns gràfics o interfícies:
  - Laberint (23 ítems)
  - El Llenç (5 ítems).

Com exemple, mostrem un parell d'ítems del test:

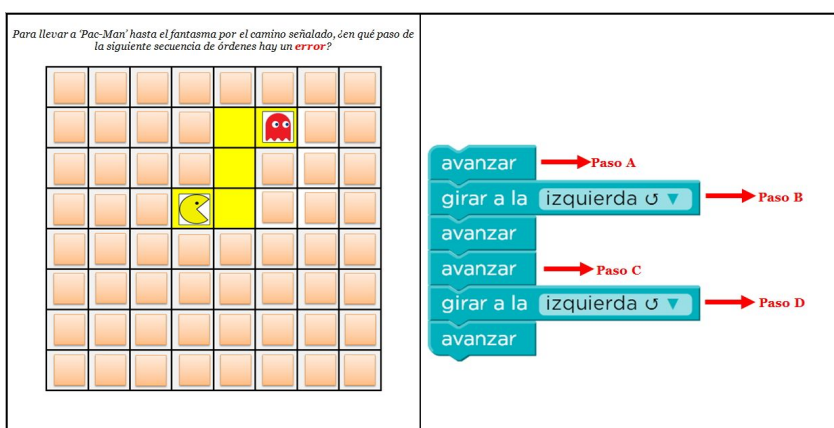


Fig. 2 - Veiem el ítem 3 amb les dimensions: direccions bàsiques (sense niar), depuració, blocs visuals.

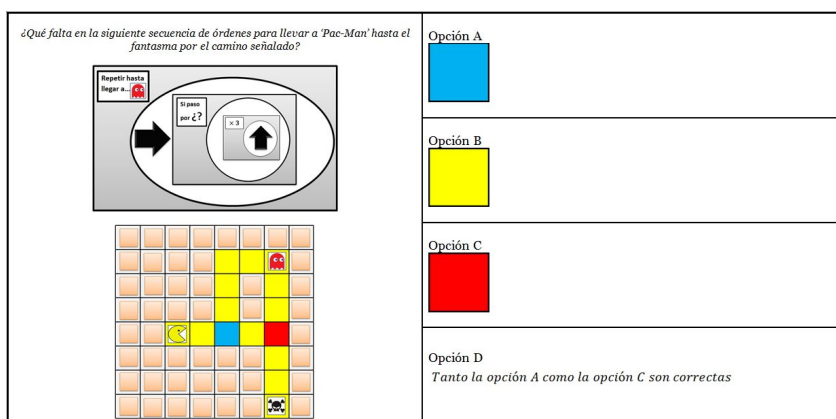


Fig. 3 - Veiem el ítem 15 amb les dimensions: condicional simple(niats), completar, fletxes.

### 5.2.3 Mostra i resultats

El test s'aplica sobre una mostra significativa de 1.251 subjectes (N = 1.251). Cap d'ells amb experiència formal prèvia en tasques de programació. Els alumnes provenen de diferents centres públics i concertats del País Valencià i de la Comunitat de Madrid.

A la taula següent podem apreciar la distribució de la mostra segons el curs acadèmic dels subjectes.

Curs	Freqüència	Percentatge
5è de primària	103	8,2
6è de primària	73	5,8
1r D'ESO	433	34,6
2n D'ESO	302	24,1
3r D'ESO	199	15,9
4t D'ESO	141	11,3
Total	1251	100,00

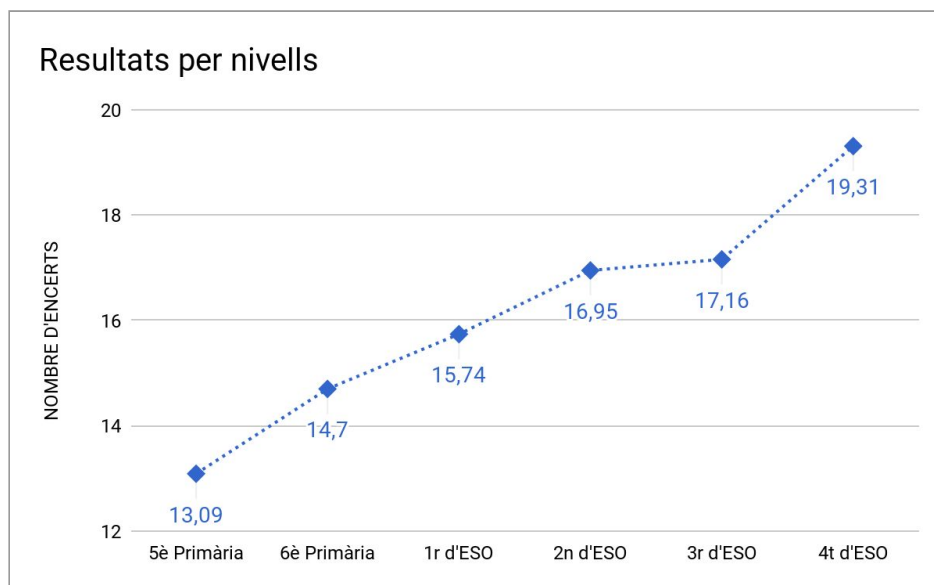
Taula 3 - Distribució de la mostra segons nivells

Tal com es pot observar, el gruix de la mostra es correspon amb la població estadística del test (1r i 2n d'ESO: 58,8%); si bé es complementa amb mostra provinent del Cicle Superior de Primària (5è i 6è Primària: 14,1%), i 2n cicle de Secundària (3r i 4t d'ESO: 27,2%), la qual cosa permeten estudiar els límits de l'instrument.

Els resultats classificats per nivells són els següents:

	5è de primària	6è de primària	1r d'ESO	2n d'ESO	3r d'ESO	4t d'ESO
<b>Nombre (N)</b>	103	73	433	302	199	141
<b>Mitjana sobre preguntes (28)</b>	13,09	14,70	15,74	16,95	17,16	19,31
<b>Error estàndard de la mitjana</b>	0,398	0,534	0,213	0,262	0,329	0,449
<b>Mediana</b>	13,00	15,00	16,00	17,00	17,00	20,00
<b>Moda</b>	13	15	16	18	19	17
<b>Desviació estàndard</b>	4,044	4,566	4,429	4,557	4,647	5,336
<b>Variància</b>	16,355	20,852	19,619	20,762	21,590	28,47
<b>Mínim</b>	3	5	5	3	6	3
<b>Màxim</b>	22	26	27	27	27	28
<b>Percentil 10</b>	8,00	10,00	10,00	11,00	11,00	12,00
<b>Percentil 20</b>	9,80	10,80	12,00	13,00	13,00	15,00
<b>Percentil 25</b>	10,00	11,00	12,50	14,00	14,00	16,00
<b>Percentil 30</b>	11,00	12,00	13,00	15,00	14,00	17,00
<b>Percentil 40</b>	12,00	13,00	14,00	16,00	16,00	17,00
<b>Percentil 50</b>	13,00	15,00	16,00	17,00	17,00	20,00
<b>Percentil 60</b>	14,00	15,00	17,00	18,00	19,00	22,00
<b>Percentil 70</b>	15,80	16,80	18,00	20,00	19,00	23,00
<b>Percentil 75</b>	16,00	18,00	19,00	20,00	20,00	24,00
<b>Percentil 80</b>	17,00	19,00	20,00	21,00	21,00	24,00
<b>Percentil 90</b>	18,00	21,00	22,00	23,00	23,00	26,00

Taula 4 - Resultats del test segons nivells



Aquests resultats, per una banda, ens serviran per contrastar els resultats que nosaltres obtindrem, però, per l'altra també han servit a l'autor per validar la viabilitat del test.

Totes les dades d'aquest apartat també han estat extretes de la tesi doctoral de Marcos Román-López. [\(Román-González, 2016\)](#)

### 5.3 Les activitats

En aquest apartat, s'expliquen quines i com són les activitats o jocs que realitzaran els alumnes a classe. Com ja s'explica anteriorment aquestes activitats seran *unplugged*, per tant, s'han de poder realitzar sense cap dispositiu o ordinador i sense Internet.

En conseqüència, s'hauran de preparar en format físic perquè els alumnes hi puguin jugar o realitzar-les a classe. Les característiques principals hauran de ser les següents:

- Les activitats hauran de treballar les habilitats del pensament computacional descrites a l'apartat 2.1 (anar-hi) . No és necessari que totes les activitats toquin totes les habilitats, sinó que cadascuna profunditzi sobre alguna habilitat i que n'hi hagi alguna que n'englobi varies o totes.
- Han de poder facilitar l'atenció a la diversitat.
- S'ha de poder jugar o realitzar en grups o parelles. És interessant que els alumnes juguin adquirint diferents rols. Per exemple, que siguin capaços de posar-se en el lloc del programador però també en el de la màquina.
- Que totes les activitats no creades per nosaltres siguin lliures de drets.

També, per totes les activitats s'hauran de crear el material per l'alumne i pel docent. A continuació descrivim totes les activitats triades per realitzar el nostre estudi.



### 5.3.1 Algorismes a la vida quotidiana

**Títol de l'activitat:** Algorismes a la vida quotidiana

**Font original:** l'estudi dels algorismes a partir d'una tasca o un problema concret de la vida real és un exercici molt típic en programació. En aquest cas, hem pensat quines accions poden ser adients pels alumnes de 6è de primària o 1r d'ESO.

**Objectius:** Descompondre una acció quotidiana en instruccions els més concretes possibles.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, abstracció i descomposició

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Metodologia:** cooperativa

**Descripció:** cada parella ha de descompondre una tasca que fem a la vida quotidiana en un seguit de passos. Cada pas serà una instrucció o ordres concreta i ha de ser imprescindible per realitzar l'acció. Per els alumnes de 6è de primària o 1r d'ESO hem proposat les següents tasques o problemes:

- Posar-se la sabata (la que posem d'exemple a l'inici de la sessió)
- Rentar un plat
- Esmorzar llet amb cereals
- Escriure i enviar una carta
- Fer un ou ferrat

És important que per cada tasca puguem afegir-hi una estructura condicional o un bucle de repetició. Per exemple en el cas de posar-se les sabates:

- Condicional: quan ets cordes les sabates, primer cal comprovar que aquestes no estiguin ja cordades. Si ho estan, les haurem de descordar.
- Repetició: Com que tenim dues sabates, podem pensar en un bucle que es repeteix dues vegades i fa el mateix per cada sabata.

Fins i tot, podríem realitzar un exercici d'abstracció més complex: quan acabem d'esmorzar, podríem utilitzar l'algorisme Rentar un plat

**Material necessari per realitzar l'activitat:**

- Un full DIN A4 per parella.
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Material pel mestre:** [accedir a la fitxa amb les possibles solucions](#)

**Temporització:** 1h

1. Presentació de l'activitat i posar un exemple 10'
2. Es reparteix un algorisme per parella. Aquestes realitzen el seu algorisme. 15'
3. Les parelles que han fet el mateix algorisme s'ajunten i el posen en comú 10'
4. Reflexionem sobre l'exercici. 10'

Si sobra temps:

5. Posem un exemple de condicional 10'

6. Donem un condicional a cada grup i aquest l'han d'aplicar al seu algorisme. 10'

**Atenció a la diversitat:**

- Les parelles heterogènies ja tracten la diversitat.
- Hi ha accions més complexes de resoldre que altres. Es poden triar segons el grup.
- Pels alumnes que els costi assolir els objectius, se'ls hi pot donar algun algorisme mig resolt.
- Pels alumnes que l'assoleixin amb facilitat que comencin a treballar les estructures de control.

**Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:**

- La importància de l'ordre i la concreció de les accions.
- Explicar el concepte d'eficiència, entès com la resolució d'un problema en el menor nombre de passos possible.
- Veure que els problemes es poden resoldre de moltes maneres però n'hi ha que engloben més a tothom que d'altres.

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- La gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- Totes les parelles van assolir l'exercici sense problemes.
- Un dels grups va demanar canviar d'acció perquè no sabia quins passos havien de seguir per fer un ou ferrat. Si algú ho prefereix, es pot canviar l'ou ferrat per una altra plat.
- Si es volen treballar, amb alumnes de 6è, estructures de control condicionals o bucles amb aquest exercici, cal temps. No és fàcil d'assimilar. Potser aquest exercici és ideal per introduir-les i treballar-les la següent sessió.

### 5.3.2 Joc de cartes

**Títol de l'activitat:** Joc de cartes

**Font original:** activitat de creació pròpia

**Objectius:**

- Crear les instruccions d'un joc de cartes utilitzant el llenguatge algorísmic.
- Diferenciar els tipus d'estructures de control.
- Utilitzar estructures de control niades per resoldre problemes.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició i automatització

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Metodologia:** resolució de problemes de manera col·laborativa



**Descripció:** els alumnes han d'inventar-se les instruccions d'un joc de cartes. Després, amb l'ús de les estructures de control, hauran de crear un algorisme que representi aquestes instruccions. Exemple de les instruccions d'un joc de cartes senzill:

```
INICI
AGAFA UNA CARTA
SI la carta és VERMELLA
    SUMA 1 punt
SI NO
    RESTA 1 punt
FI
```

**Material necessari per realitzar l'activitat:**

- 4 o 5 baralles de cartes (1 cada 6 alumnes)
- Un full DIN-A4 en blanc o quadriculat.
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Abans de realitzar l'activitat, l'alumne haurà de conèixer...**

- Les estructures de control que haurà d'utilitzar per fer les instruccions.
- Utilitzar el sagnat, per estructurar correctament la nidificació de les ordres.

**Temporització:** 1h

1. Presentació de l'activitat, explicació de les estructures de control que treballarem i posar un exemple 15'
2. Les parelles realitzen el seu algorisme 15'
3. S'ajunen 3 parelles perquè tots juguin i provin els jocs de la resta de parelles 20'
4. Repàs: preguntes i dubtes 10'

**Atenció a la diversitat:**

- Les parelles heterogènies ja tracten la diversitat.
- El joc és molt obert perquè permet fer des d'algorismes molt senzills fins a molt complexos.
- L'alumne podrà utilitzar estructures de control senzilles o més complexes.
- Les estructures de control bàsiques també es poden niar (posar una dins de l'altre). Això ofereix un munt de possibilitats.
- Si cal, utilitzar un paper quadriculat per facilitar el sagnat.

**Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:**

- Les estructures de control ens permeten modificar l'execució de les instruccions.
- Diferència entre les diferents estructures de control.

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- Tot i que només tenim dos jocs de cartes, la gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- Totes les parelles van assolir l'exercici sense problemes.
- Cal remarcar que és molt important que utilitzin el sagnat correctament quan creïn estructures de control sobre el paper, perquè facilita la lectura i execució de les instruccions.
- L'explicació dels condicionals simples i del compost és més complicada del que sembla. Sobretot, la del condicional simple.

### 5.3.3 Camins

**Títol original de l'activitat:** caminhos

**Font original:** [computacional.com.br](http://computacional.com.br)

**Modificacions sobre l'activitat original:**

- Es varia la distribució dels alumnes i la metodologia de l'activitat original. Passem d'una activitat individual a una per parelles amb metodologia cooperativa, on els alumnes hauran d'intercanviar els seus rols.
- Es van variar els elements gràfics de l'activitat per fer-los més atractius pels alumnes.

**Objectius:**

- Crear algorismes utilitzant instruccions de direcció.
- Llegir correctament una seqüència d'instruccions de direcció.
- Reconèixer patrons simples dins d'un bloc d'instruccions.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició, reconeixement de patrons i depuració

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Descripció:** es tracta de trobar quina és la ruta més ràpida que hi ha entre els personatges situats dins d'un tauler. Els personatges només poden creuar a l'altra banda del tauler si passen pel pont (les caselles fosques). L'alumne només podrà utilitzar les següents instruccions:

- Dreta → (el personatge es mou una casella a la dreta)
- Esquerra ← (el personatge es mou una casella a l'esquerra)
- Dalt ↑ (el personatge es mou una casella cap a dalt)
- Baix ↓ (el personatge es mou una casella cap a baix)

Un cop l'hagi trobat la ruta haurà de simplificar utilitzant multiplicadors.

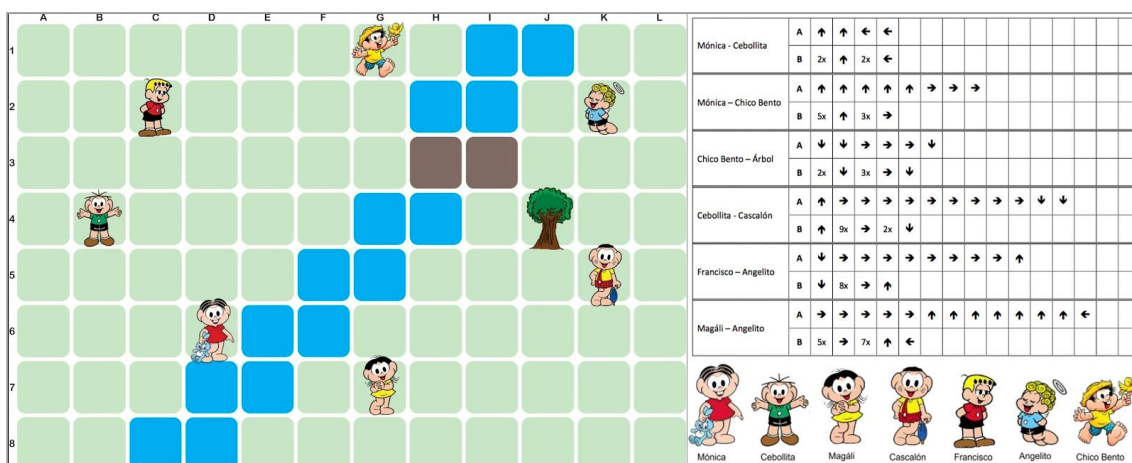


Fig. 4 i 5 - A l'esquerra veiem el taulell amb els personatges. A la dreta, veiem els full de respostes amb algunes solucions.

**Metodologia:** activitat cooperativa.

L'activitat es treballarà des de dos rols diferents: el de programador i el de depurador. Les parelles s'intercanviaran els rols durant la realització de l'exercici. Per cada exercici, el programador mirarà el taulell i li dictarà les instruccions al depurador, que les anotarà al full de respostes. Un cop anotades, el depurador comprovarà que aquestes siguin correctes i intentarà trobar un patró per fer que l'algorisme sigui més eficaç.

**Material necessari:**

- Un full amb el tauler per parella
- Un full on s'apunten les respostes per parella
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Material pel mestre:** [accedir al material de l'activitat](#)

**Temporització:** 30'

1. Presentació de l'activitat i posar un exemple 10'
2. Realització de l'activitat per parelles 15'
3. Repàs, preguntes i/o dubtes 5'

**Atenció a la diversitat:**

- Les parelles heterogènies ja tracten la diversitat.
- Si algun alumne li costa assolir els objectius, es pot tenir preparat un full de respostes i un tauler que estiguin buits i posar exemples més senzills.
- Si algun alumne assoleix els objectius amb facilitat, pot intentar trobar patrons més complexos en les solucions.

**Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:**

- Relacionar l'activitat amb els bucles de repetició.
- Plantejar algun repte als alumnes per introduir patrons més complexos. Per exemple en l'exercici 1 on la solució és  $2x \uparrow 2x \leftarrow$  també podria ser  $2x(\uparrow \leftarrow)$

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- La gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- Totes les parelles van assolir l'exercici sense problemes.
- Explicar molt bé com s'ha d'implementar el full de respostes. Sobretot si els números van o no en la mateixa casella que les fletxes.

#### 5.3.4 Mots encreuats

**Títol de l'activitat:** Graph paper programming

**Font original:** [code.org](https://code.org)

**Modificacions de l'activitat original:** s'afegeix un nou mètode de resolució: resoldre el problema de la manera més eficient possible.

## Objectius:

- Crear un algorisme a partir d'unes instruccions de direcció i dibuix concretes.
- Llegir correctament una seqüència d'instruccions de direcció i dibuix concretes.
- Reconèixer patrons simples dins d'un bloc d'instruccions.
- Trobar la solució més eficient al problema plantejat.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició, reconeixement de patrons i depuració

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Descripció:** l'alumne ha de trobar quines són les instruccions que es necessiten per crear la nostra quadrícula 4x4. Les quadrícules es dibuixen començant pel quadrat superior esquerre. La direcció es d'esquerra a dreta i de dreta a esquerra el tauler. Si la casella és negra, l'hem de dibuixar. L'alumne només podrà utilitzar les següents instruccions:

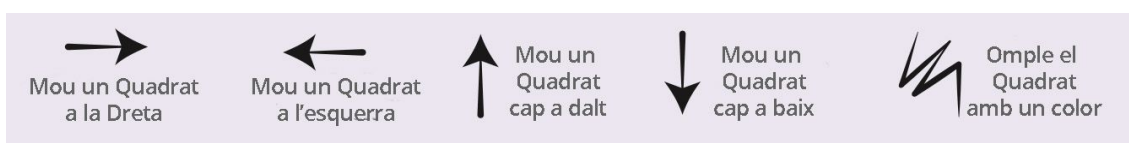


Fig. 6 - Conjunt d'instruccions que l'alumne haurà d'utilitzar

Es demanen dues modalitats de resolució:

1. Que cada alumne realitzi els tres exemples passant per totes les caselles.
2. Que cada alumne realitzi un exemple cercant el camí més eficient.

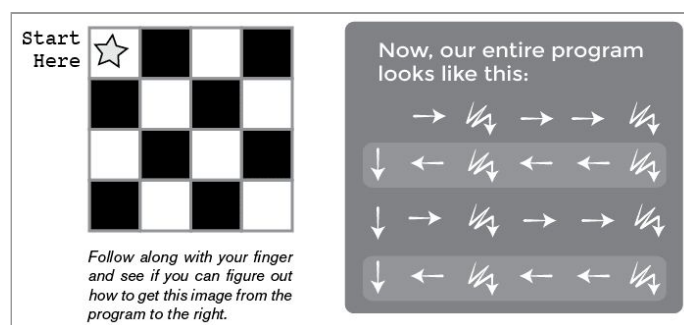


Fig. 7 - Exemple d'un exercici resolt.

**Metodologia:** activitat cooperativa

Els alumnes treballaran l'activitat des de dos rols diferents: el de programador i el de depurador. Les parelles s'intercanviaran els rols durant la realització de l'exercici. Cada alumne tindrà tres quadrícules 4X4 diferents que la parella no podrà veure. Per cada quadrícula, el programador ha de dictar les instruccions al depurador, que les anotarà al full de respostes. Un cop anotades, el depurador comprovarà si les instruccions del company són correctes seguint-les en una quadrícula buida. D'aquesta manera, el dibuix resultant ha de coincidir amb el dibuix que tenia el programador.

**Material necessari:**

- Un full per alumne amb les quadrícules dibuixades (les quadrícules de cada alumne han de ser diferents)
- Un full per parella on s'apunten les instruccions.
- Un full per parella amb quadrícules buides (sense dibuixar).
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Material pel mestre:** [accedir al material de l'activitat](#)

**Abans de realitzar l'activitat, l'alumne haurà de conèixer...**

- Les estructures de control condicionals.

**Temporització:** 30'

1. Presentació de l'activitat i posar un exemple 10'
2. Realització de l'activitat per parelles 15' - 20'
3. Repàs, preguntes i/o dubtes 5'

**Atenció a la diversitat:**

- Les parelles heterogènies ja tracten la diversitat.
- Si algun alumne li costa assolir els objectius, es pot tenir preparat un full de respostes buit i posar exemples més senzills.
- Si algun alumne assoleix els objectius amb facilitat, pot intentar realitzar els tres exemples cercant el camí més eficient.

**Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:**

- Relacionar l'activitat amb els condicionals. Quan caiem a una casella utilitzem el condicional perquè ens hem preguntem si aquesta és de color negre.
- En els exercicis on la primera casella és negre, els alumnes tendeixen a equivocar-se i a moure's abans de pintar. Aprofitar aquest fet per reflexionar sobre l'ordre de les instruccions

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- La gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- Totes les parelles van assolir l'exercici sense problemes.
- Cal explicar les dues modalitats, sobretot la de passar per totes les caselles. Alguns alumnes busquen directament la simplificació.

### 5.3.4 Tetris

**Títol de l'activitat:** Tetris

**Font original:** [computacional.com.br](http://computacional.com.br)

**Objectius:**

- Descompondre una figura en instruccions de direcció.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició i depuració.

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Descripció:** l'alumne ha de trobar quines són les instruccions necessàries per dibuixar una figura del tetris sense aixecar el llapis del paper. L'alumne només podrà utilitzar les següents instruccions:

- Inici: col·loca el llapis al punt inicial.
- Final: aixeca el llapis del paper.
- A la dreta: mou el llapis un quadrat a la dreta.
- A l'esquerra: mou el llapis un quadrat a l'esquerra.
- A dalt: mou el llapis un quadrat cap a dalt.
- A baix: mou el llapis un quadrat cap a baix.

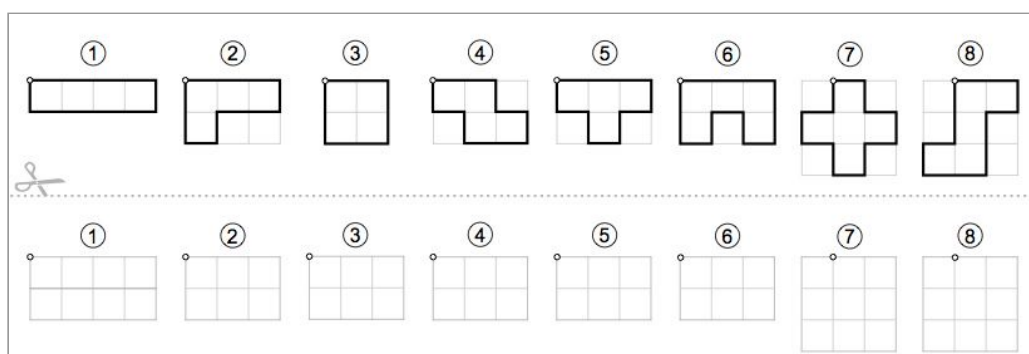


Fig. 8 - Veiem les 8 figures del tetris i les quadrícules on s'han de dibuixar.

**Metodologia:** activitat cooperativa

Els alumnes treballaran l'activitat des de dos rols diferents: el de programador i el de depurador. Les parelles s'intercanviaran els rols durant la realització de l'exercici. Cada alumne tindrà 8 figures diferents que la parella no coneixerà. Per cada figura, el programador ha de dictar les instruccions al depurador, que realitzarà el dibuix de la figura en el full de respostes. Un cop realitzat el dibuix, el depurador comprovarà si aquest coincideix amb el del programador, sinó hauran de repassar on s'han equivocat.

**Material necessari:**

- Un full per alumne amb les 8 figures del tetris (les figures de cada alumne han de ser diferents)
- Un full per parella amb quadrícules on es realitzen els dibuixos (les quadrícules de cada alumne han de ser diferents)
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Material pel mestre:** [accedir al material de l'activitat](#)

**Temporització:** 30'

- 1) Presentació de l'activitat i posar un exemple 10'
- 2) Realització de l'activitat per parelles 15' - 20'
- 3) Repàs, preguntes i/o dubtes 5'



**Atenció a la diversitat:**

- Les parelles heterogènies ja tracten la diversitat.
- Si algun alumne li costa assolir els objectius, es pot tenir preparat un full de respostes buit i posar exemples més senzills.
- Si algun alumne assoleix els objectius amb facilitat, pot començar l'activitat Tetris ampliació (que s'explica en l'apartat següent).

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- La gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- Totes les parelles van assolir l'exercici sense massa problemes.
- Cal explicar bé les instruccions de joc perquè els alumnes no es facin un embolic.
- Normalment, la gran majoria dels alumnes comencen els exercicis en sentit horari. Per complicar els exercicis se'ls pot demanar que varin el sentit cada vegada que facin una nova figura.

### 5.3.5 Tetris ampliació

**Títol de l'activitat:** Tetris ampliació

**Font original:** [computacional.com.br](http://computacional.com.br)

**Objectius:**

- Utilitzar les instruccions de direcció des de la perspectiva de l'objecte.
- Descompondre una figura geomètrica utilitzant instruccions de direcció i posició de l'objecte.
- Reconèixer patrons mitjançant la comprensió de l'ús de les repeticions.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició, abstracció i reconeixement de patrons.

**Distribució dels alumnes:** individual

**Descripció:** l'alumne ha de descompondre figures geomètriques utilitzant instruccions basades en la perspectiva de la direcció i la posició de la fletxa. Si l'alumne identifica un patró repetit, ha d'agrupar-los i utilitzar els multiplicadors. L'alumne només podrà utilitzar les següents instruccions:

- Endavant: movem la fletxa un quadrat segons la direcció d'aquesta
- Dreta: girem la fletxa 90 graus a la dreta
- Esquerra: girem la fletxa 90 graus a l'esquerra

**Metodologia:** resolució de problemes de manera individual.

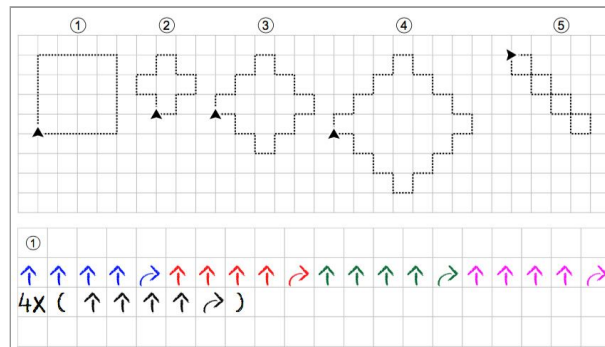


Fig. 9 - Veiem les figures geomètriques que cal descompondre i com s'ha resolt l'exercici.

#### Material necessari:

- Un full per alumne amb els dibuixos gràfics proposats.
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

Material pel mestre: [accedir al material de l'activitat](#)

#### Abans de realitzar l'activitat, l'alumne haurà de conèixer...

- La diferència entre utilitzar les fletxes de direcció des d'una perspectiva global i des de la perspectiva d'un objecte o una persona.
- Les estructures de control de repetició.

#### Temporització: 1h

1. Presentació de l'activitat i posar un exemple 15'
2. Realització de l'activitat per parelles 30'
3. Repàs, preguntes i/o dubtes 15'

#### Atenció a la diversitat:

- Si algun alumne li costa assolir els objectius o els assoleix amb facilitat, es pot tenir preparat un full de respostes buit i posar exemples més senzills o més complexos.

#### Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:

- Relacionar els patrons amb les funcions simples.
- Com podem resoldre l'exercici 4 basat-nos en la resolució del 3.

#### Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:

- A la majoria dels alumnes els va costar massa la realització de l'activitat. Cal estar preparats amb exemples més senzills per si els alumnes els hi costa assolir.
- Cal explicar bé el concepte de direcció des de la perspectiva d'un objecte o persona.

#### 5.3.6 Cupcakes

Títol de l'activitat: cupcakes

Font original: [computacional.com.br](http://computacional.com.br)

**Modificacions de l'activitat original:** sense perdre la idea original es varien els diferents exercicis per adaptar-los al nivell de 6è de primària i perquè la realització sigui més progressiva. La distribució dels alumnes de l'activitat original és individual, nosaltres la plantejem per parelles.

### Objectius:

- L'ús de la negació per anomenar un element o objecte.
- Creació i reconeixement de patrons simples que ens faciliten la definició d'algorismes més complexos.

**Habilitats computacionals que es desenvolupen:** algorismes, descomposició, abstracció, reconeixement de patrons i depuració.

**Distribució dels alumnes:** per parelles heterogènies

**Descripció:** a partir de la descomposició d'una magdalena es proposa als alumnes diferents exercicis per treballar i aprofundir en conceptes tant complexos com l'abstracció, el pensament algorísmic i el reconeixement de patrons. Com podem veure en la figura de la dreta, una de les particularitats, que dificulta la realització de l'exercici, és que per definir l'estat de la magdalena utilitzem la negació. És a dir, la definim segons els elements principals que falten. Per tant, el dibuix de la magdalena completa no tindrà nom i el representarem amb un guió(-); el dibuix del motlle i la massa, l'anomenarem Nata i del motlle sol, l'anomenarem Massa + Nata.



Els diferents exercicis que es proposen en l'activitat tenen una dificultat creixent i la resolució de cadascun d'ells ens porta al següent:

- Crear algorismes a partir d'una successió d'imatges
- Crear una successió d'imatges a partir del nom dels elements
- Crear un patró a partir de la successió d'elements
- Trobar patrons dins d'una successió d'imatges
- Crear algorismes a partir de patrons prèviament donats.

 - - Nata Nata Massa + Nata Massa + Nata	<table border="1"> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H</td> <td></td> </tr> <tr> <td>I</td> <td></td> </tr> <tr> <td>J</td> <td></td> </tr> <tr> <td>K</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td></td> </tr> </table>	F		G		H		I		J		K		L		<p>Resol els exercicis F, G, H, I, J, K, L tenint en compte els següents patrons</p> <p>P3: Massa + Nata</p> <p>P4: Nata</p> <p>P5: Massa</p>
F																
G																
H																
I																
J																
K																
L																

Fig. 10, 11 i 12 - A dalt, veiem quines són les parts de la magdalena i com les anomenem segons l'estat. A l'esquerra, veiem l'exercici d'exemple resolt. A la dreta, veiem els exercicis més complexos de l'activitat, on hauré de definir les seqüències de figures segons els patrons donats.

**Metodologia:** resolució de problemes de manera col·laborativa

**Material necessari:**

- Un full per parella amb les instruccions, els exercicis proposats i l'espai per la resolució.
- Retolador, bolígraf o llapis. Es recomana que sigui un llapis.

**Material pel mestre:** [accedir al material de l'activitat](#)

**Temporització:** 1h

1. Presentació de l'activitat i explicació d'un exemple 10'
2. Realització de les activitats A, B i C per parelles 10'
3. Preguntes i/o dubtes 5'
4. Explicació i realització l'activitat D per part del mestre 5'
5. Realització la resta d'exercicis per parelles 20'
6. Repàs, preguntes i/o dubtes 10'

**Atenció a la diversitat:**

- Si algun alumne li costa assolir els objectius o els assoleix amb facilitat, es pot tenir preparat un full de respostes buit i posar exemples més senzills o més complexos.

**Reflexions per fer amb l'alumnat un cop finalitzada l'activitat:**

- Relacionar els patrons amb les funcions simples. Com l'agrupació d'instruccions dins d'un nou element ens facilita la seva reutilització.

**Avaluació de l'activitat després de posar-la en pràctica:**

- La gran majoria dels alumnes van tenir una actitud positiva durant la realització de l'activitat.
- L'ús de la negació complica força la resolució dels problemes. Es podria fer el mateix exercici sense utilitzar-lo.

#### 5.4 Programació de les sessions d'activitats

L'escola ens va donar 5 sessions per classe per poder realitzar el nostre estudi. La programació escollida va ser la següent:

Sessió	Activitat	Temporització	Habilitats treballades	Observacions
1	Algorismes a la vida quotidiana	1h	Algorismes, abstracció i descomposició	
2	Joc de cartes	35'	Algorismes, descomposició i automatització	S'utilitzen els condicionals simples i compostos.
	Camins	25'	Algorismes, descomposició, patrons i depuració	
3	Mots encreuats	30'	Algorismes, descomposició, patrons i depuració	
	Joc de cartes	30'	Algorismes, descomposició i automatització	S'afegeixen els bucles de repetició.
4	Tetris	20'	Algorismes, descomposició i depuració.	
	Tetris ampliació	40'	Algorismes, descomposició, abstracció i patrons.	
5	Cupcakes	1h	Algorismes, descomposició, abstracció, patrons i depuració.	

Taula 5 - Programació de les activitats en 5 sessions.

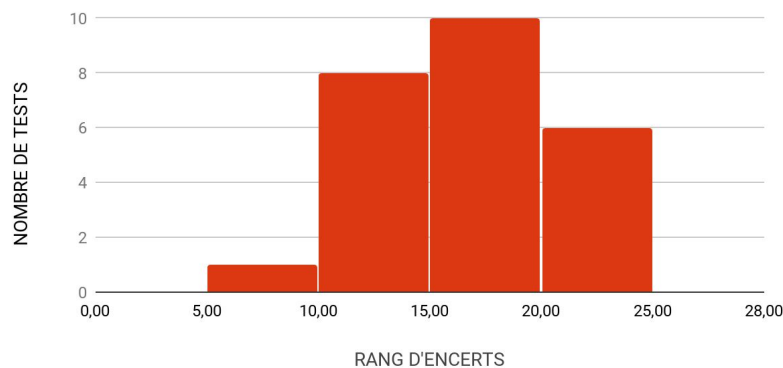
## 6. Anàlisi dels resultats

### 6.1 Resultats del Test Inicial

Començarem l'anàlisi de resultats, mostrant un histograma dels resultats per separat del test inicial dels dos grups d'assaig A i B, i del grup de control A i B.

#### Grup Assaig A (6è de primària)

Resultats del Test Inicial



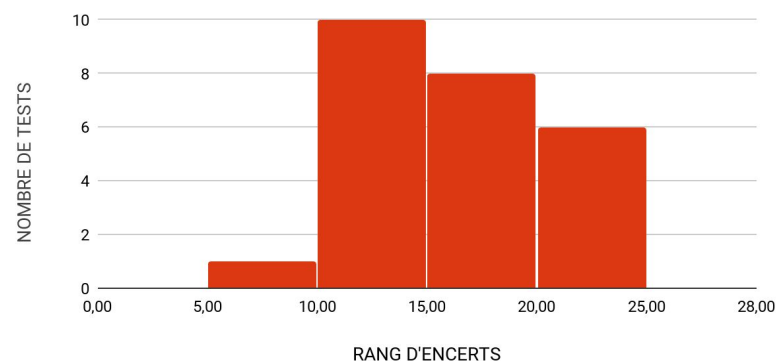
Mostra (N)	25
Mitjana preguntes correctes (28)	16,56
Mitjana sobre 10	5,91
Error estàndard de la mitjana	0,76
Mediana	17
Moda	14
Desviació típica	3,73
Variància	13,93
Mínim	9
Màxim	24
Rang	15
Preguntes en blanc	22
Preguntes - 50%	9

Percentils										
10	20	Q1	30	40	Q2	60	70	Q3	80	90
12	13,8	14	14	15	15,2	17	18,8	19	20	21,6

Taula 6 i 7 - Resultats del test inicial del grup d'assaig A

#### Grup Assaig B (6è de primària)

Resultats del Test Inicial



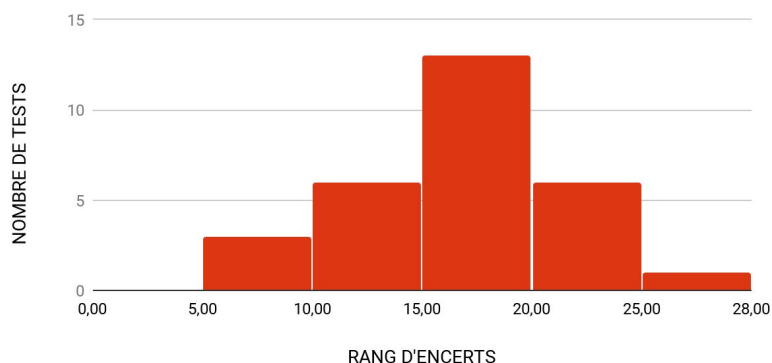
Mostra (N)	25
Mitjana preguntes correctes (28)	15,92
Mitjana sobre 10	5,69
Error estàndard de la mitjana	0,79
Mediana	15
Moda	12
Desviació típica	3,85
Variància	14,80
Mínim	9
Màxim	24
Rang	15
Preguntes en blanc	28
Preguntes - 50%	11

Percentils										
10	20	Q1	30	40	Q2	60	70	Q3	80	90
12	12	12	12,4	14	15	17	18,8	19	20	21

Taula 8 i 9 - Resultats del test inicial del grup d'assaig B

### Grup Control A (1r d'ESO)

Resultats del Test Inicial



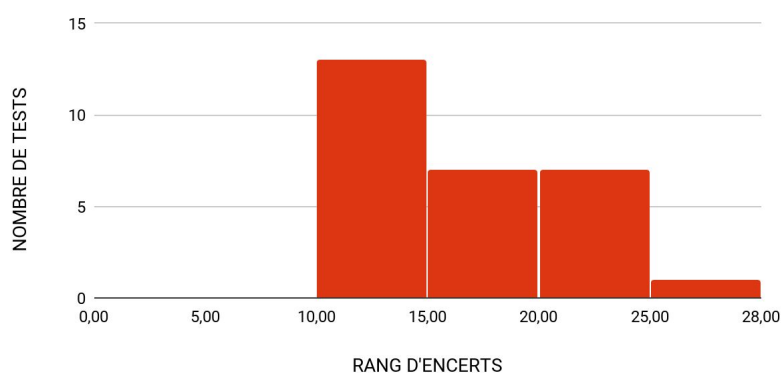
Mostra (N)	29
Mitjana preguntes correctes (28)	16,59
Mitjana sobre 10	5,93
Error estàndard de la mitjana	0,89
Mediana	16
Moda	18
Desviació típica	4,75
Variància	22,52
Mínim	7
Màxim	25
Rang	18
Preguntes en blanc	31
Preguntes - 50%	10

Percentils										
10	20	Q1	30	40	Q2	60	70	Q3	80	90
10,4	13	14	14,4	15,2	16	18	19	19	21	22,4

Taula 10 i 11- Resultats del test inicial del grup de control A

### Grup Control B (1r d'ESO)

Resultats del Test Inicial



Mostra (N)	28
Mitjana preguntes correctes (28)	16,07
Mitjana sobre 10	5,74
Error estàndard de la mitjana	0,76
Mediana	15,5
Moda	14
Desviació típica	3,95
Variància	15,57
Mínim	11
Màxim	25
Rang	14
Preguntes en blanc	34
Preguntes - 50%	12

Percentils										
10	20	Q1	30	40	Q2	60	70	Q3	80	90
11	12	12,75	13,1	14	15,5	17,2	18	20	20	21

Taula 12 i 13 - Resultats del test inicial del grup de control B

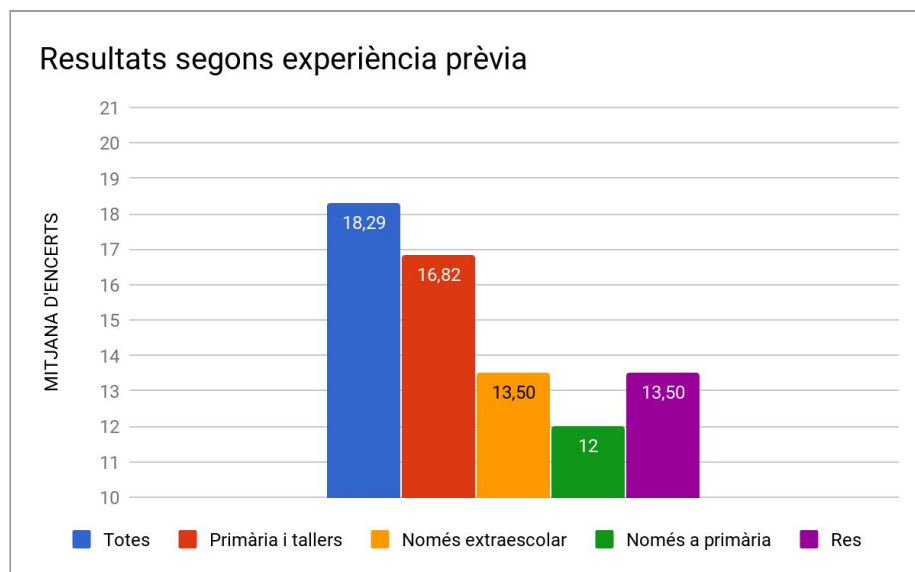
Més enllà de les diferències entre grups del mateix tipus, que n'hi ha, el que més sobta de les dades és que la mitjana de tots els grups és força elevada si la comparem amb les dades que tenim de referència, que són les que Marcos Román-González va obtenir quan validava el seu test(a partir d'ara l'anomenarem el test de referència). També sorprèn que en tots els grups només 5 alumnes de 107, un 4,6%, hagin obtingut menys de 10 encerts.

De fet, com podem veure en el gràfic següent, tant els alumnes de 6è de primària com els de 1r d'ESO tenen una mitjana propera a la mitjana obtinguda pels alumnes de 2n d'ESO del test de referència.



A més, hem de tenir en compte que el grup de control A té 3 tests per sota dels 10 encerts, cosa no succeeix en la resta de grups. Si li restéssim aquests tests, assoliria una mitjana de 17,65, per sobre de 3r d'ESO.

Pensem que una de les raons principals per les quals s'han obtingut uns resultats tant alts la podem trobar en el fet que la nostra mostra ja tenia coneixements previs de programació o robòtica i això ho hem de tenir en compte a l'hora de fer el nostre estudi. De fet, si analitzem tots els resultats segons experiència prèvia de la mostra obtenim el següent:

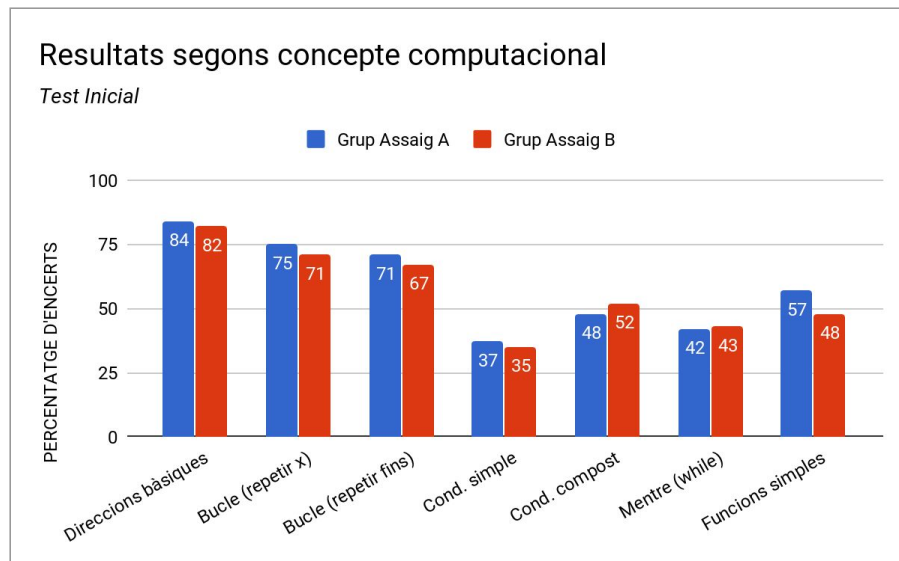


Com es pot veure, la gràfica mostra que els alumnes que tenien experiència prèvia amb la programació o la robòtica, han obtingut una mitjana d'encerts força més elevada que aquells que en tenien menys. També, s'ha de fer constar que quasi un 70% de la nostra mostra són alumnes que han fet programació a primària i a tallers. Per tant, la mostra de la resta de categories és força baixa. Per exemple, només hi ha un alumne que només hagi tingut

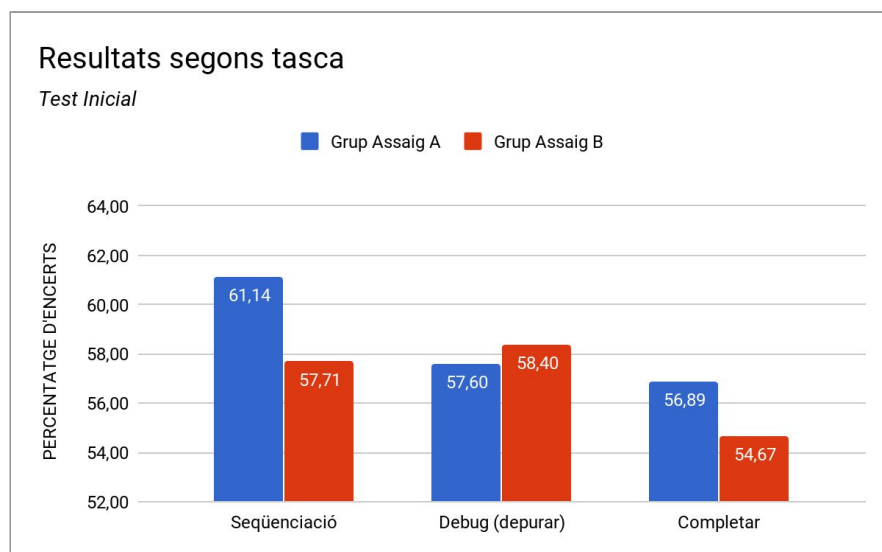


experiència prèvia només a 4t de primària. En la mateixa línia, com a detall, comentar que dins dels alumnes que no han fet mai res, en total són 6, n'hi ha un que ha fet 24 encerts sobre 28, i fa pujar força la mitjana.

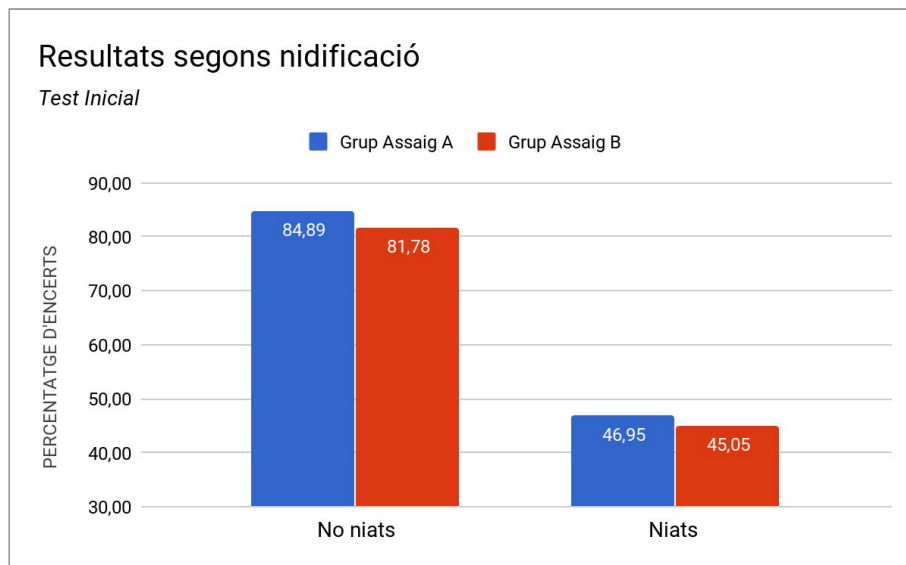
Per altra banda, per saber quins són els conceptes que els alumnes tenen més ben integrats analitzarem els resultats segons les dimensions amb les quals es divideix el test. Mirarem quin percentatge d'encerts han fet els alumnes segons les dimensions de cada pregunta. Aquesta anàlisi la farem, de forma conjunta, només sobre els grups d'assaig, perquè serà sobre els quals plantejarem les activitats.



En l'apartat dels conceptes computacionals, com podem observar, els dos grups presenten resultats molt semblants. No obstant això, i tenint en compte que el test està plantejat amb una dificultat creixent, hi ha dues dades que ens criden l'atenció: per una banda, que els dos grups tinguin un nivell baix dels condicionals simples i, per l'altra, l'alt nivell del grup d'assaig A en les funcions simples, un dels apartats més complicats del test.



Si analitzem els resultats segons la tasca demanada, veiem uns resultats molt similars en tots dos grups i un percentatge d'encert segons tasca molt semblant.



Si analitzem els resultats segons si hi ha o no nidificació, veiem clarament com les preguntes amb estructures de control niades tenen un percentatge d'encert molt menor que les no niades.

## 6.2 Realització de les activitats

*En el document annex hi ha exemples d'exercicis realitzats pels alumnes.*

Com que dins de cadascuna de les activitats descrites a l'apartat 5.3 (anar-hi) ja es fa una petita avaluació sobre la seva posada en pràctica, en aquest apartat es fa un resum de les decisions preses abans de dur a terme les activitats al centre, s'expliquen els problemes o inconvenients més rellevants que vam trobar durant el procés i es mostra quin és el grau de satisfacció dels alumnes abans i després de la realització de les activitats.

Un cop realitzats els tests inicials, va arribar l'hora de dur a terme les activitats. Aquestes es van realitzar durant les dues setmanes i mitja següents (5 sessions per grup) a la realització del test inicial seguint la programació definida (anar a l'apartat 5.4). Les sessions del grup d'assaig A i B es van fer per separat. Primer, s'actuava sobre el grup A i després sobre el B.

Com que era la primera vegada que posava les activitats en pràctica, vaig voler dirigir-les personalment, però sempre amb la tutora del grup dins de l'aula. Una de les raons per les quals va ser imprescindible comptar amb les tutores dels alumnes va ser per decidir com emparellàvem els alumnes. Jo els hi vaig demanar que els agrupessin per parelles heterogènies.

Per crear les parelles, les tutores van escollir els alumnes més homogenis dins dels grups cooperatius ja existents a l'aula (formats per 4 alumnes); aquests grups ja són heterogenis. És a dir, per cada grup cooperatiu heterogeni de 4 alumnes es feien dues parelles el màxim d'homogènies possible.

Durant la posada en pràctica de les activitats van sorgir diferents inconvenients: per una banda, destacar que per problemes d'organització horària la 5a sessió del grup A no es va poder realitzar. Per tant, amb el grup A es van fer finalment 4 sessions i amb el grup B, 5. A més, l'anul·lació de la sessió va ser a última hora i no es va poder modificar la programació que ja s'havia previst ni trobar cap altre dia per fer-la. Aquesta és una de les raons principals per les quals se separen els grups d'assaig per fer l'anàlisi de resultats.

Per altra banda, si ens centrem en com es van dur a terme les activitats, les activitats de les primeres 3 sessions es van realitzar amb normalitat i sense problemes destacables. Potser, una de les curiositats que va sorgir, i que no m'havia imaginat tot i que coincideix amb els resultats obtinguts dels tests inicials, va ser que els alumnes de 6è de primària els hi costava molt entendre el condicional simple i, en canvi, no els costava gens entendre el condicional compost. Si tornés a repetir l'experiència, ho tindria molt en compte quan fes l'activitat de les cartes.

Els problemes més importants van sorgir quan vam arribar a la 4<sup>a</sup> sessió, on els exercicis comencen a complicar-se una mica més.

- **Tetris ampliació**

Com ja s'explica a l'apartat d'activitats, el Tetris està dividida en dues parts: la primera (Tetris), els alumnes dibuixen les peces segons les instruccions que els indica el company i, en la segona part (Tetris ampliació), els alumnes han d'escriure les ordres necessàries per dibuixar una figura i, si n'hi ha, trobar patrons corresponents.

El problema va sorgir quan vam arribar a la segona part. Per una banda, vaig decidir que fessin aquesta part de l'activitat de manera individual i, per l'altra, les figures que havien d'analitzar eren massa complexes per la majoria dels alumnes. Això va provocar que els alumnes s'esveressin perquè no sabien com solucionar els exercicis.

Per reconduir-ho, vaig posar exemples més senzills a la pissarra i els vam fer entre tots. Al final, la sessió es va salvar però els alumnes van acabar amb un punt d'insatisfacció, cosa que no havia passat en altres sessions.

Per realitzar l'activitat amb el grup B es va variar, reduint el nivell de complexitat de les figures i realitzant-la per parelles. Fent aquests canvis l'activitat es va dur a terme amb normalitat tot i que la figura 5 va costar a algunes parelles, cosa que tampoc es negativa.

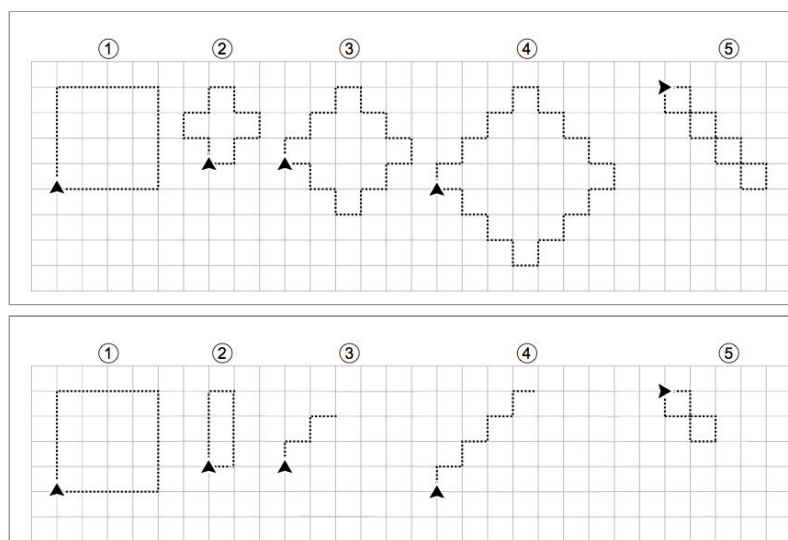


Fig. 13 i 14 - A dalt, veiem les figures originals que van realitzar el grup A. A baix, les figures simplifiades que van realitzar el grup B.

- **Cupcakes**

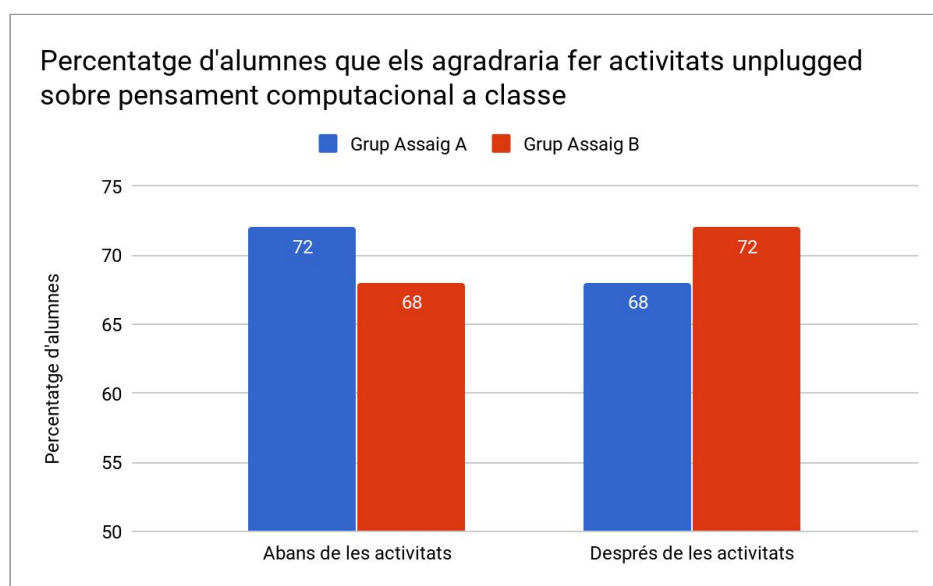
En aquesta activitat, es va poder realitzar a classe però a molts alumnes els va costar força d'entendre l'ús de la negació, és a dir, haver d'anomenar la magdalena per l'element que falta. Sobretot quan van haver de realitzar els exercicis a partir de la lletra F.

Després de la primera experiència, pensem que l'ús de la negació era un objectiu secundari i que potser distreia als alumnes de l'objectiu principal, que era la creació i reconeixement de patrons simples que ens faciliten la definició d'algorismes més complexos.

Com que aquesta activitat només vam poder-la dur a terme amb el grup B no vaig poder fer cap modificació, però si l'hagués pogut fer, hauria provat fer el mateix exercici sense utilitzar la negació. Estic convençut que els alumnes haguessin arribat més lluny en l'objectiu principal.

Per acabar amb l'apartat de la realització de les activitats, m'agradaria destacar que aquestes es van dur a terme durant el mes de maig. A més, la setmana següent a la finalització de l'estudi els alumnes marxaven de viatge de fi de cicle. Els alumnes portaven el cansament acumulat del curs i estaven esverats per l'emoció del viatge. Si pogués triar a quina època de l'any fer l'estudi, triaria el mes de febrer, on el grup-classe ja es coneix i els alumnes estan més receptius per rebre nous estímuls.

Per altra banda, per copsar el grau de satisfacció dels alumnes amb les activitats, vam preguntar als grups d'assaig, en el test inicial, si els agradaria fer activitats per treballar el pensament computacional i, en el test posterior, si les activitats *unplugged* que havien fet a classe els hi havien agradat. Els resultats que vam obtenir van ser els següents:



Com podem veure, una majoria d'alumnes els agradaria fer aquests tipus d'activitat. És interessant veure com després de realitzar les activitats els percentatges s'intercanvien. Els del grup B passen del 68% al 72% i els de l'A del 72% al 68%. La resposta a aquests resultats podria estar en el fet que amb el grup A la realització de les activitats va ser accidentada i va tenir un final no massa satisfactori, en canvi amb el grup B tot va anar molt més fluid.

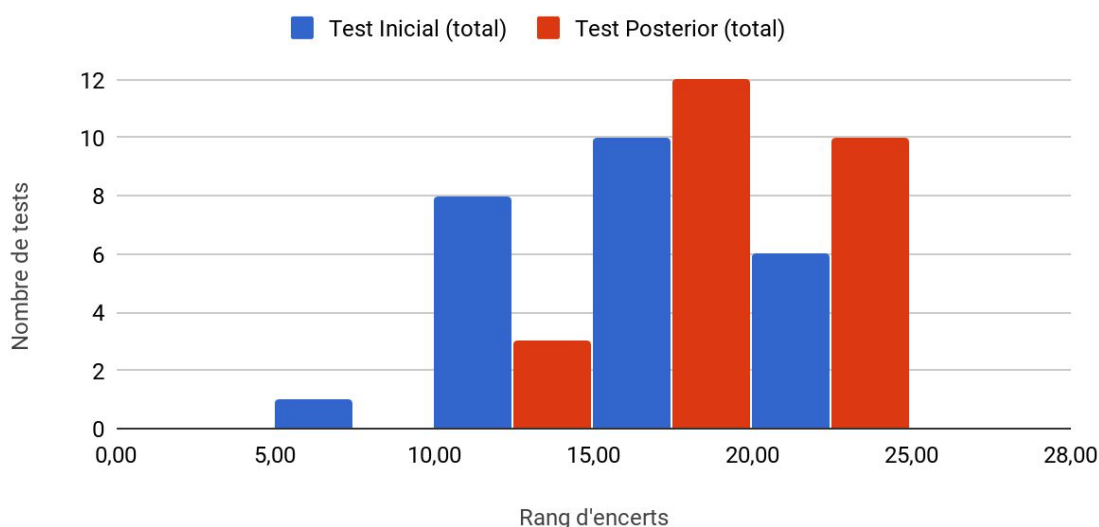
En el cas del grup de control no s'ha publicat la gràfica perquè amb ells no vam dur a terme les activitats, però sí que va respondre a la pregunta en el test inicial. Els resultats dels dos grups de control són força diferents: per una banda, el grup de control A, que és el que va treure una millor mitjana de resultats del test, el 79,30% dels alumnes els agradaria fer les activitats a classe, en canvi, en el grup B, el 64,29%. Paradoxalment, si fem la mitja de les dues classes, el resultat és un 71,80%, percentatge molt similar a la mitjana dels dos grups d'assaig, un 70%.

### 6.3 Resultats del test posterior i comparativa del grup d'assaig

Un cop realitzades les activitats amb els dos grups d'assaig, vam tornar a passar el test als dos grups d'assaig i als dos de control. En aquest apartat, només analitzarem els resultats dels dos grups d'assaig. A continuació, oferim una comparativa de resultats dels tests inicials i posteriors.

#### Grup Assaig A

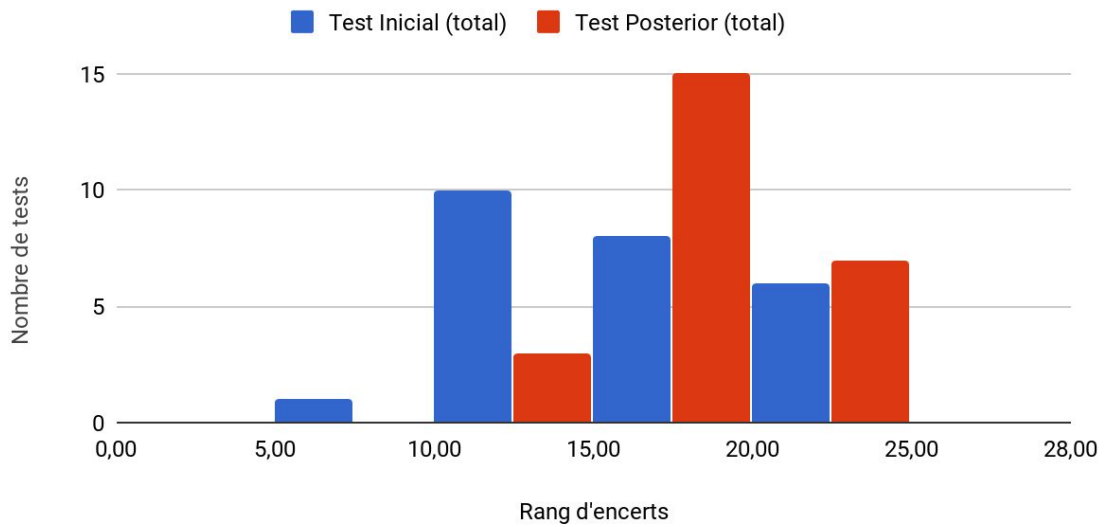
##### Comparativa de resultats



Grup Assaig A	Test Inicial	Test Posterior	Diferència
Mostra (N)	25	25	0
Mitjana preguntes test	16,56	18,24	1,68%
Mitjana sobre 10	5,91	6,51	0,60
Error estàndard de la mitjana	0,76	0,70	-0,06
Mediana	17	18	1
Moda	14	17	3
Desviació típica	3,73	3,42	-0,31
Variància	13,93	11,70	-2,23
Mínim	9	10	1
Màxim	24	23	-1
Rang	15	13	-2
Preguntes en blanc	22	11	-11
Preguntes - 50%	9	8	-1
Quartil 1	14	16	2
Quartil 2	15,2	18	2,8
Quartil 3	19	21	3

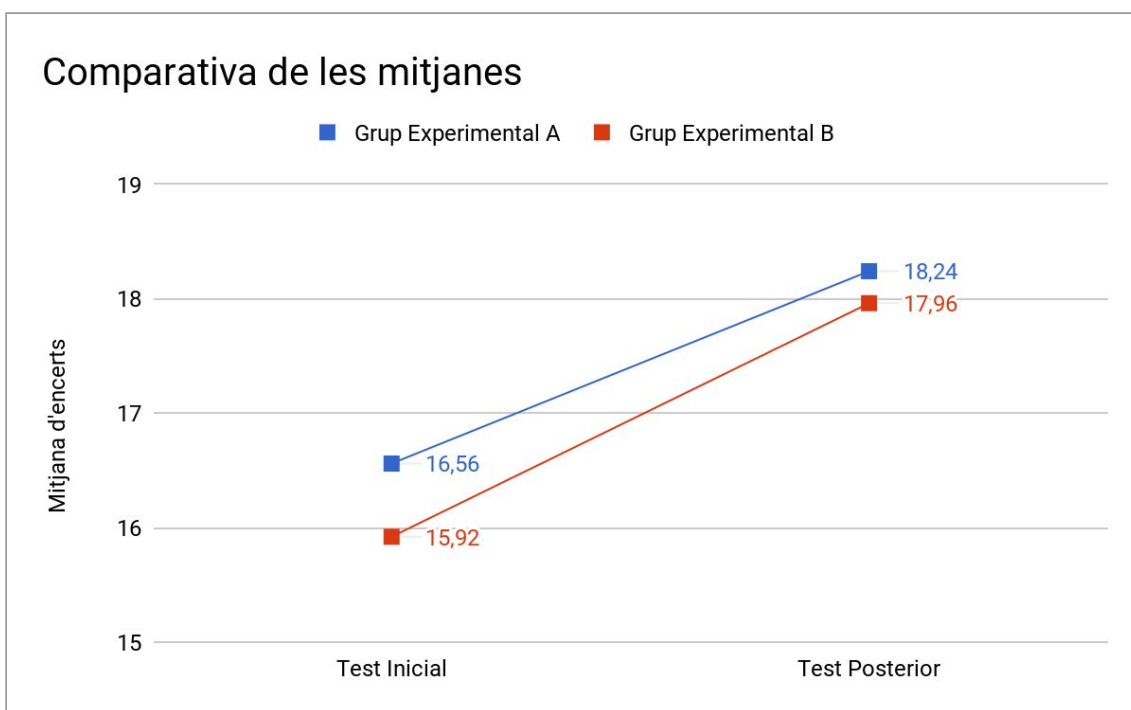
## Grup Assaig B

### Comparativa de resultats

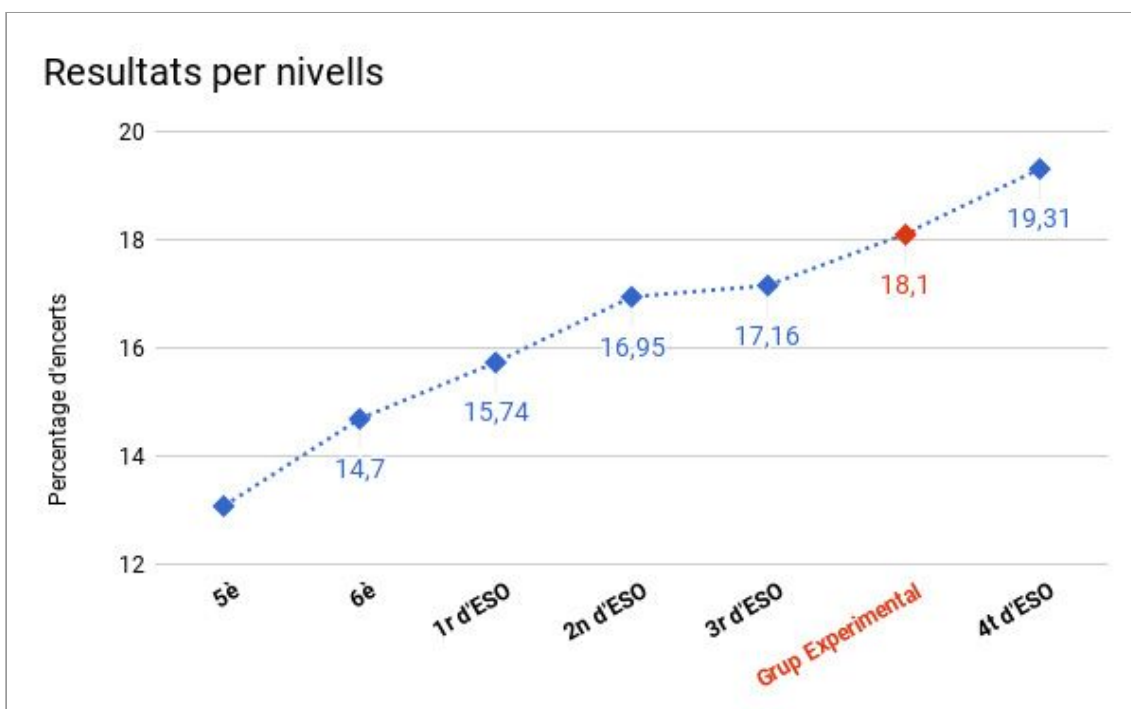


Grup Assaig B	Test Inicial	Test Posterior	Diferència
Mostra (N)	25	25	0
Mitjana preguntes test	15,92	17,96	2,04%
Mitjana sobre 10	5,69	6,41	0,72
Error estàndard de la mitjana	0,79	0,59	-0,20
Mediana	15	18	3
Moda	12	18	6
Desviació típica	3,85	2,90	-0,95
Variància	14,80	8,44	-6,36
Mínim	9	11	2
Màxim	24	24	0
Rang	15	13	-2
Preguntes en blanc	28	12	-16
Preguntes - 50%	11	8	-3
Quartil 1	12	17	5
Quartil 2	15	18	3
Quartil 3	19	20	1

Si comparem les mitjanes dels dos grups respecte al primer test, obtenim el següent gràfic.

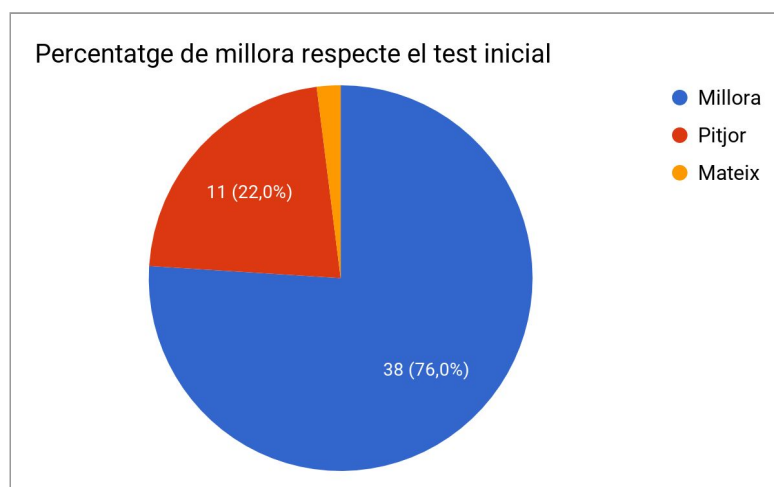
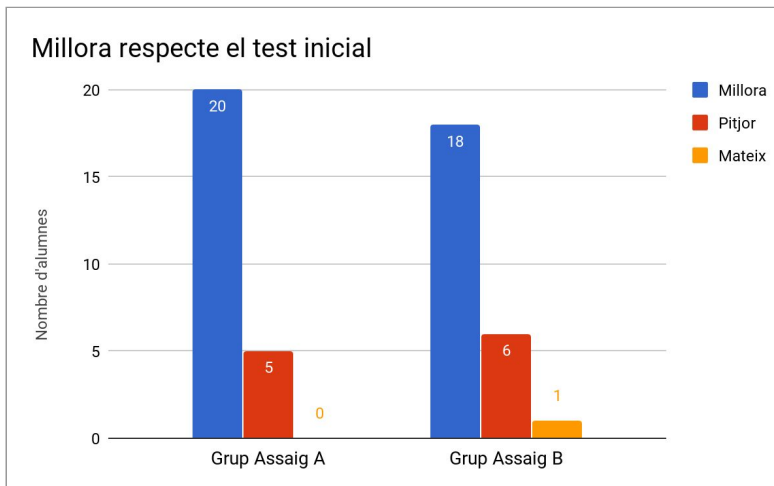
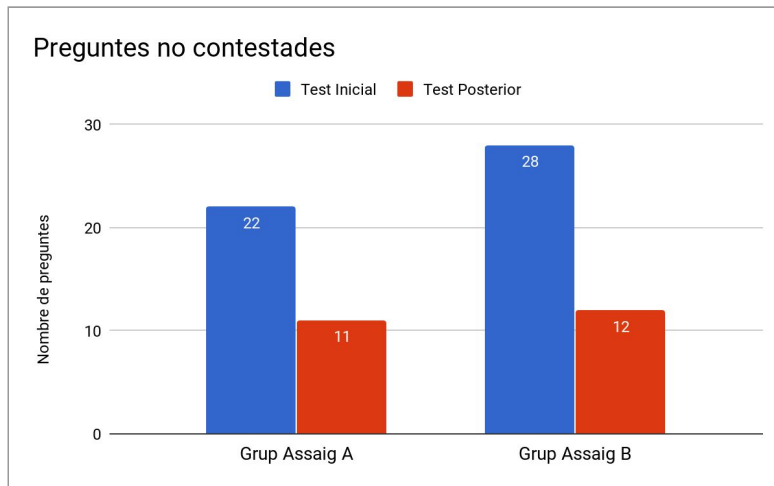


Com podem apreciar, hi ha un augment considerable si ho comparem amb el primer test. Per una banda, el grup d'assaig A augmenta 1,68 la mitjana de respostes encertades i el grup B, 2,04. Si fem la mitjana dels dos grups i la comparem amb les dades del test de referència, observem com els resultats se situen entre 3r i 4t d'ESO.



Unes altres dades que ens ajuden a entendre la millora dels alumnes són, per una banda, la comparativa de nombre de preguntes no contestades en els dos tests i, per l'altra, el nombre i

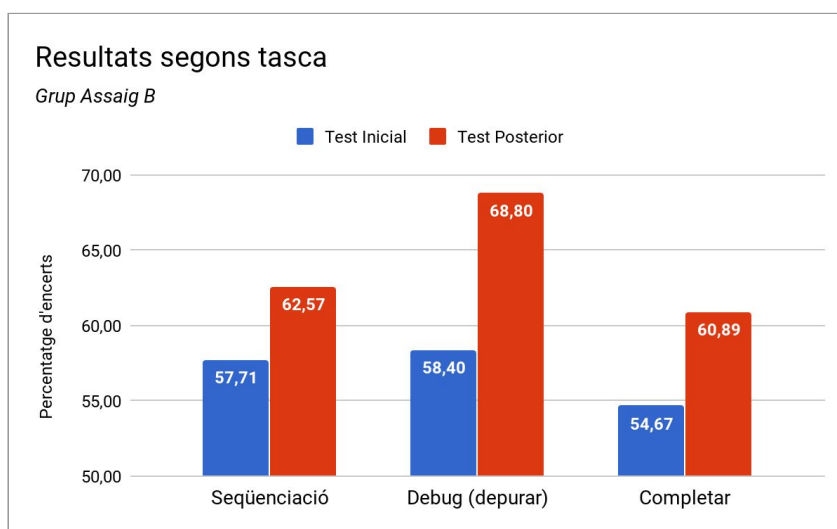
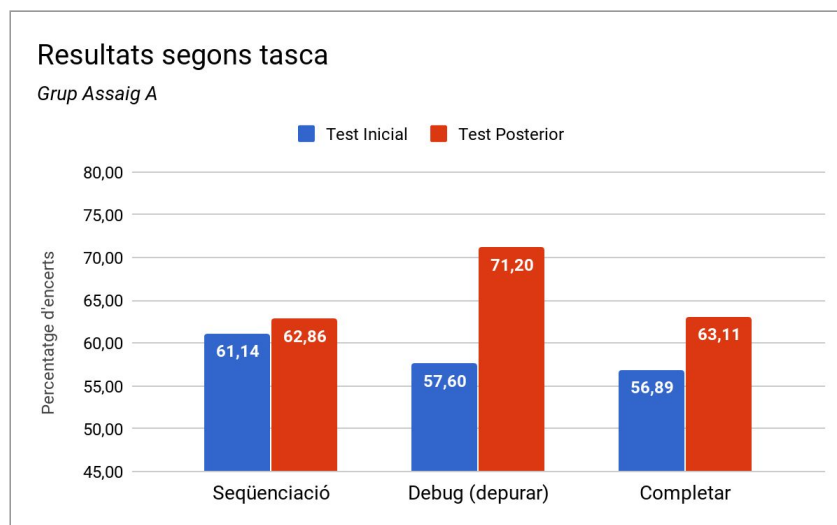
percentatge d'alumnes que han millorat respecte al primer test. En aquest segon cas, sorprèn que els dos alumnes del grup d'assaig A que havien tret millor nota en el test inicial, 24 i 23, han baixat a 20. Casualment, aquests són els dos alumnes que no van estar presents a les sessions d'activitats 3 i 4.



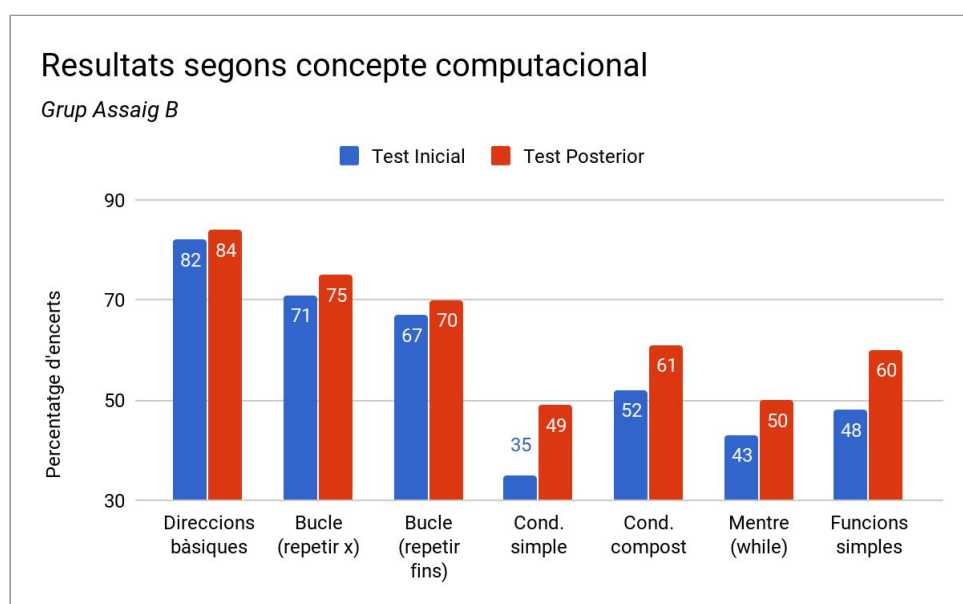
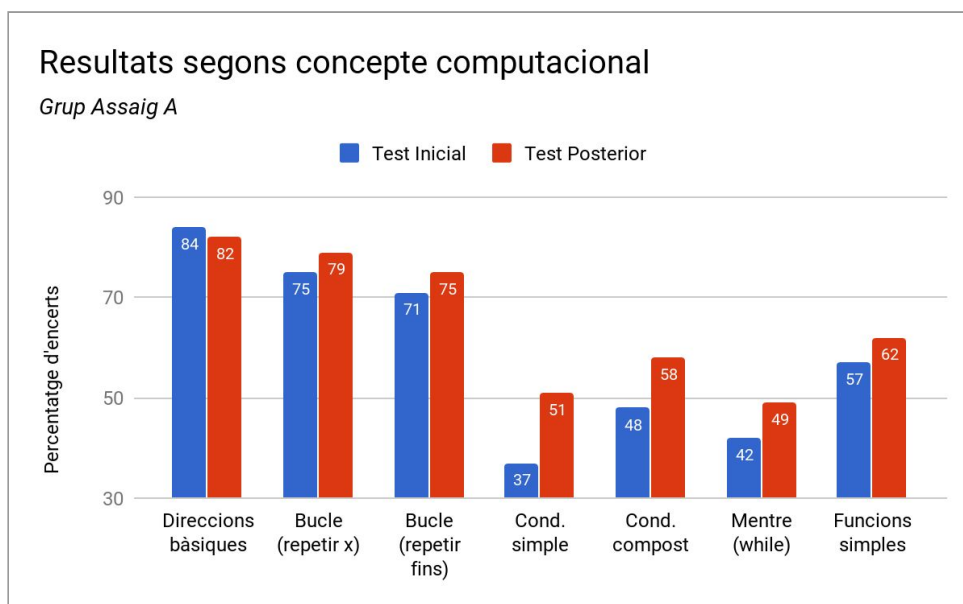


Mirant les tres gràfiques veiem clarament com els alumnes han deixat menys preguntes en blanc i com més d'un 75% dels alumnes ha millorat respecte al test inicial.

Per altra banda, una bona manera d'analitzar en profunditat el funcionament de les nostres activitats és comprovar si hi ha hagut millora en les dimensions. Per això, compararem per grups d'assaig els resultats de les dimensions del test inicial amb els del test posterior.

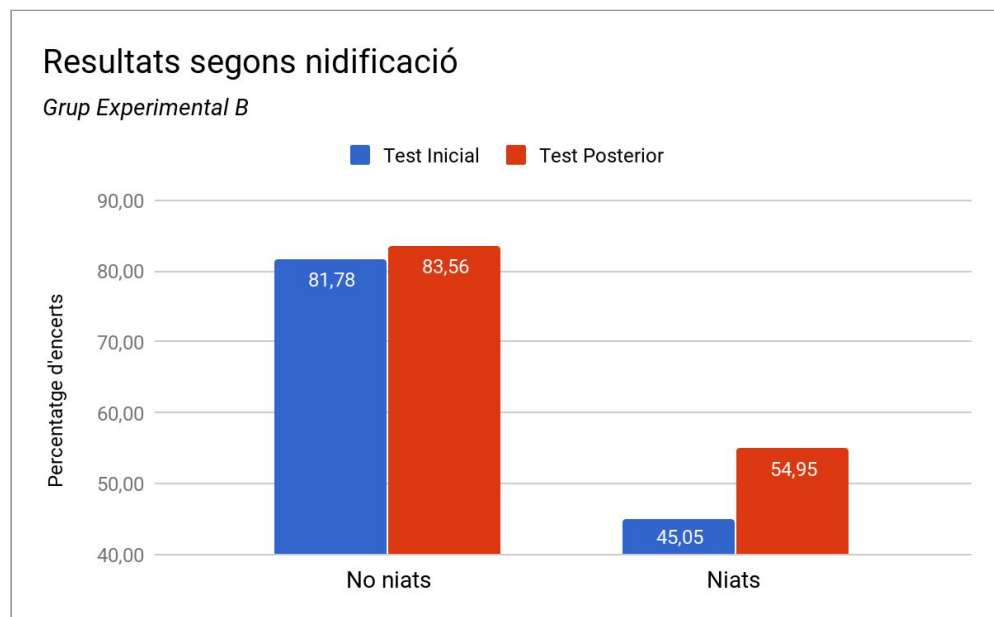
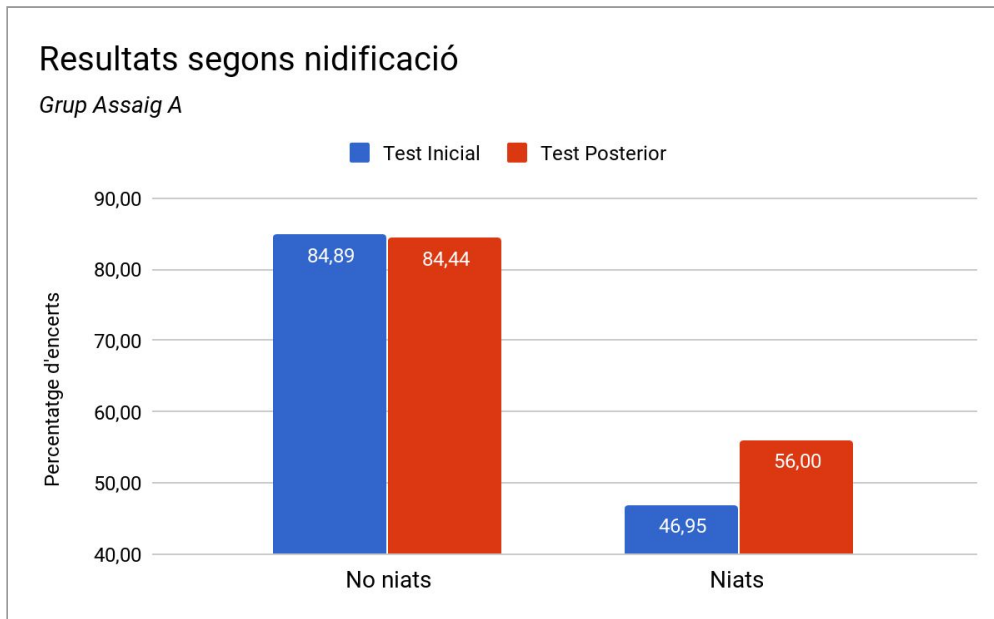


Observem, per una banda, com en els dos grups els percentatges del test posterior són molt similars. De fet, el grup B creix considerablement més en seqüenciació i se situa al mateix nivell que el grup A. Per l'altra, veiem com els percentatges d'encerts de les tasques de depuració i completar han pujat molt, fins i tot situant-se per sobre de la seqüenciació. Pensem que la metodologia cooperativa utilitzada en les activitats (rols) ha contribuït a augmentar el percentatge d'encert de les tasques de depuració i de completar.



En el cas del concepte computacional, veiem un comportament molt similar en els dos grups. Els grups igualen o superen una mica aquells conceptes que ja tenien elevats i milloren bastant aquells conceptes computacionals més complicats, aproximant-se a l'aprobat en totes les categories.

Com a detall, veiem com el grup B, que partia amb una diferència important respecte a l'A en funcions simples, aconsegueix remuntar i posar-se al nivell. En aquest cas, s'ha de dir que la sessió 5, que estava enfocada a l'aprenentatge de les funcions simples, el grup A no la va poder realitzar.



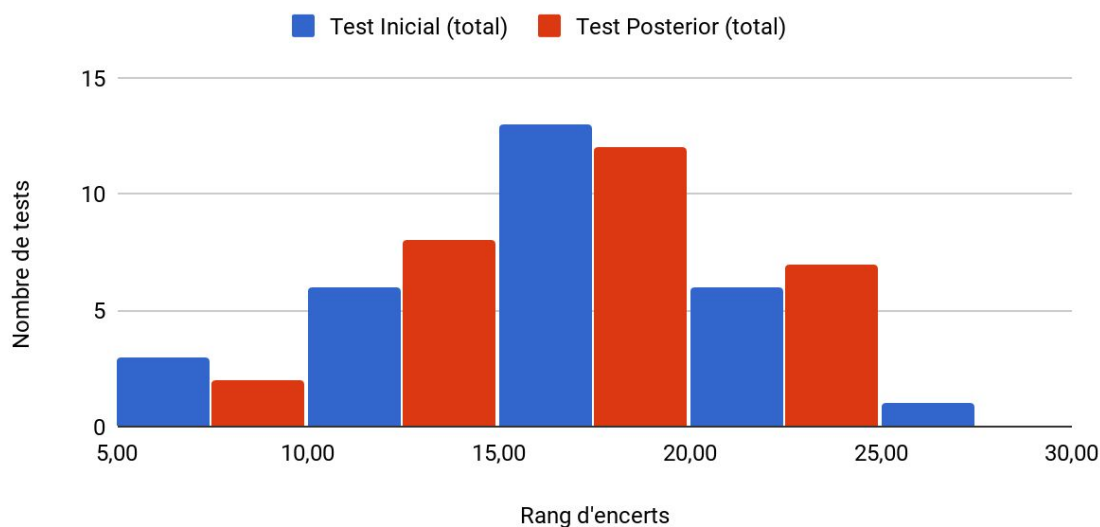
En aquest últim cas, tornem a veure un comportament molt similar en els dos grups. Observem com en els dos grups la resolució de preguntes amb estructures de control niades millora força respecte al test inicial i en ambdós casos se supera el 50%. També, si ens fixem en el grup A, veiem com baixen una mica en els conceptes no niats, tanmateix, tot i baixar, segueixen superant en percentatge els resultats del grup B.

En resum, podem dir que després de la realització de les activitats els dos grups han igualat el percentatge d'encert en els diferents conceptes de les dimensions, fins i tot, en aquells on el grup B estava força allunyat del grup A.

## 6.4 Resultats del test posterior i comparativa del grup de control

### Grup Control A

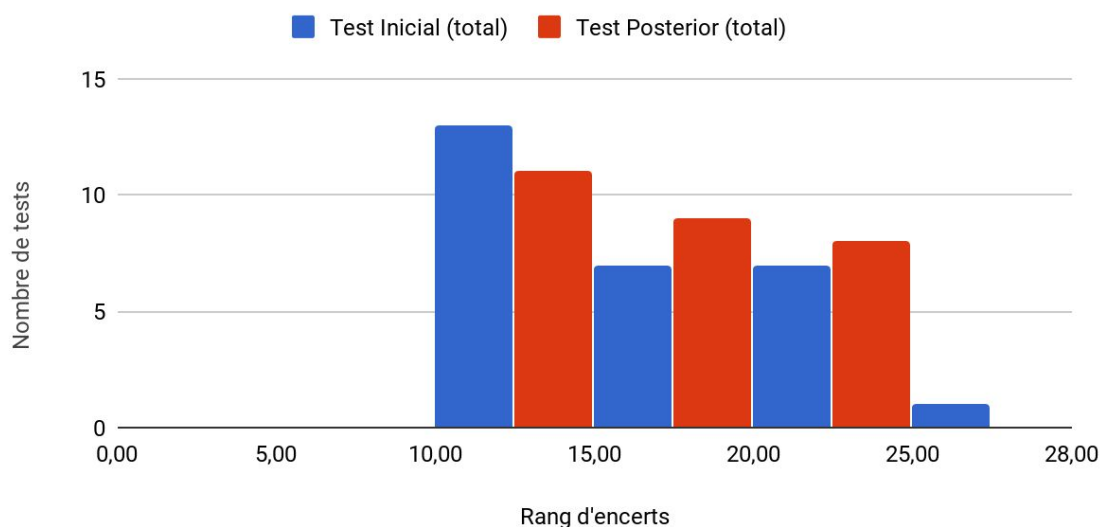
Comparativa de resultats



GRUP CONTROL A	Test Inicial	Test Posterior	Diferència
Mostra (N)	29	29	0
Mitjana preguntes test	16,59	16,69	0,10
Mitjana sobre 10	5,93	5,96	0,03
Error estàndard de la mitjana	0,89	0,79	-0,10
Mediana	16	17	1
Moda	18	14	-4
Desviació típica	4,75	4,18	-0,57
Variància	22,52	17,46	-5,06
Mínim	7	8	1
Màxim	25	24	-1
Rang	18	16	-2
Quartil 1	14	14	0
Quartil 2	16	17	1
Quartil 3	19	19	0
Preguntes en blanc	31	26	-5
Preguntes - 50%	10	10	0

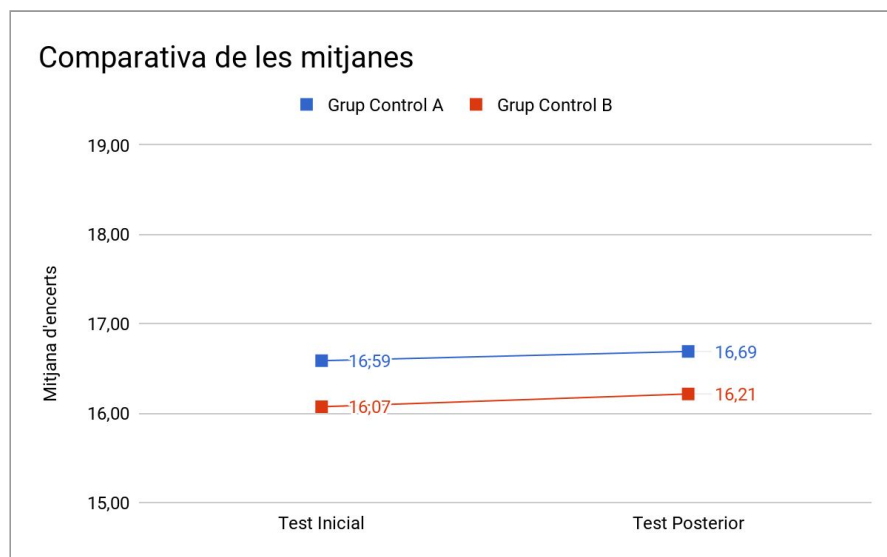
## Grup Control B

Comparativa de resultats



GRUP CONTROL B	Test Inicial	Test Posterior	Diferència
Mostra (N)	28	28	0
Mitjana preguntes test	16,07	16,21	0,14
Mitjana sobre 10	5,74	5,79	0,05
Error estàndard de la mitjana	0,76	0,74	-0,02
Mediana	15,5	16,5	1
Moda	14	12	-2
Desviació estàndard	3,95	3,82	-0,13
Variància	15,57	14,60	-0,97
Mínim	11	10	-1
Màxim	25	24	-1
Rang	14	14	0
Quartil 1	12,75	12,75	0
Quartil 2	15,5	16,5	1
Quartil 3	19	20	1
Preguntes en blanc	34	26	-8
Preguntes - 50%	12	11	-1

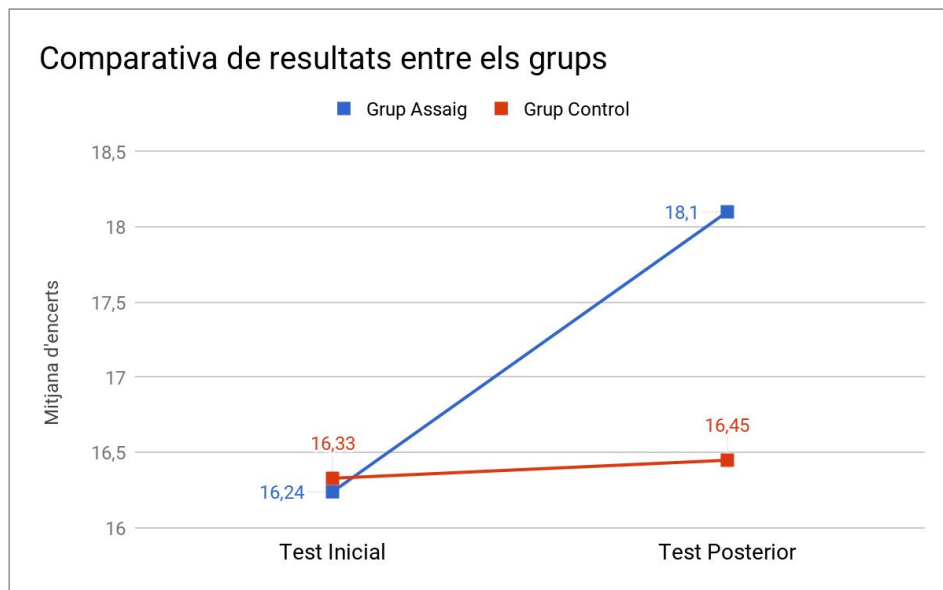
Si comparem les mitjanes dels dos grups respecte al primer test, obtenim el següent gràfic:



Com podem veure, la diferència entre les mitjanes d'encerts en els tests dels grups de control és quasi insignificant. Els alumnes milloren molt lleugerament, els alumnes del grup A augmenten un **0,10** i els de grup B, un **0,14**.

### 6.5 Comparativa entre el grup d'assaig i grup de control

Per acabar amb l'anàlisi de resultats, compararem els resultats globals dels grups d'assaig i control.



Si restem la millora del grup de control de la del grup d'assaig, obtindrem quina millora en la mitjana d'encerts han obtingut els nostres alumnes.

Millora = diferència grup d'assaig - diferència grup de control

$$\text{Millora} = (18,1 - 16,24) - (16,45 - 16,33) = 1,86 - 0,12 = \mathbf{1,74}$$

Per tant, podem dir que en el nostre estudi, els alumnes han millorat **1,74** la mitjana d'encerts del test després d'haver realitzat les activitats *unplugged*.

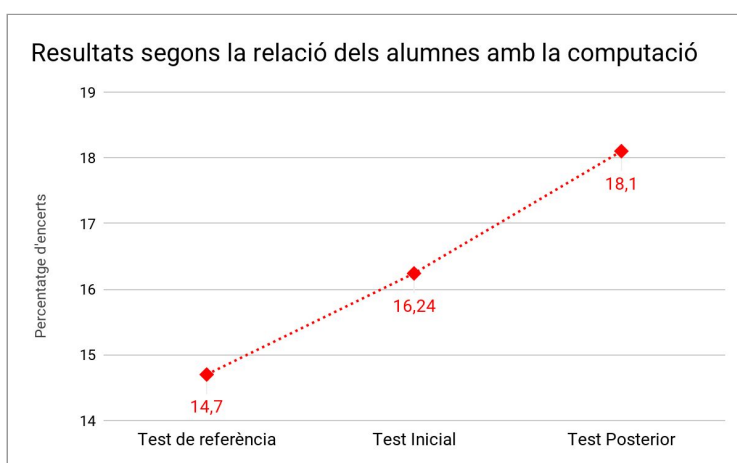
## 7. Conclusions i treball futur

### Conclusions

Si ens fixem només en els resultats, aquest petit estudi demostra que les activitats *unplugged* milloren el pensament computacional dels alumnes. De fet, com hem vist en l'anàlisi de resultats, el grup d'alumnes que van realitzar les activitats ha augmentat un 1,74 la mitjana d'encerts i l'han situat en 18,10; un resultat per sobre de la mitjana dels alumnes de 3r d'ESO del test de referència.

No obstant això, hem de tenir en compte que el nostre cas va esdevenir particular, perquè la gran majoria dels nostres alumnes ja havien estat en contacte amb la programació a través de tallers de *Scratch* realitzats en el mateix centre i nosaltres no ho sabíem. Per tant, en aquest estudi no hem tingut la possibilitat de saber quin percentatge de millora haurien assolit uns alumnes que no haguessin estat mai en contacte amb la programació. Això, ens han obligat a ajustar el punt de vista del nostre estudi.

Hem de confessar que quan vam conèixer els altíssims resultats dels tests inicials del grup d'assaig, vam pensar que seria complicat demostrar la nostra hipòtesi. Però, finalment, el fet que els nens ja haguessin fet programació ha estat un factor positiu, perquè demostra que així i tot, la realització d'activitats *unplugged* ajuda a desenvolupar el pensament computacional. Per tant, podríem resumir el nostre estudi amb el gràfic següent.



En el gràfic podem veure els resultats segons la relació que els alumnes han tingut amb la computació: els resultats del test de referència són els alumnes que mai han programat, els del test inicial són els que han practicat amb *Scratch* i els del test posterior són els que han practicat amb *Scratch* i han realitzat les activitats *unplugged*.

Per altra banda, una de les dades més important de tot l'estudi és que després de realitzar les activitats hi ha molt pocs alumnes amb un resultat inferior a 15 encerts. Això, vol dir que no ha pujat el nivell d'uns quants, sinó que la gran majoria han millorat i s'han situat per sobre de la mitjana del test de referència.

En aquest sentit, l'anàlisi que hem realitzat sobre les dimensions (conceptes computacionals, tasques i nidificació) demostra que els alumnes després de realitzar les activitats han millorat força en la majoria de conceptes que tenien poc assolits, com les estructures de control niades, els condicionals, la depuració o les funcions, i han millorat menys o igualat resultats en els que ja tenien un grau d'assoliment alt.

A més, com que el test serveix per avaluar els objectius d'aprenentatge de primer nivell



('adquisició de coneixements' i 'comprensió'), la millora en les dimensions ens indica que les nostres activitats serveixen per millorar-los.

Per totes aquestes raons, pensem que podem afirmar que les activitats *unplugged* són un instrument òptim pel desenvolupament del pensament computacional i, per tant, pot ser un gran complement per millorar l'ensenyament-aprenentatge del *Scratch* o similars.

Per acabar, un aspecte important que m'agradaria destacar és veure com una gran majoria de l'alumnat se sent motivat i té interès en la computació i que el segueix tenint un cop ha realitzat les activitats *unplugged*. Per tant, podem concloure que els ha agradat realitzar-les.

En aquest sentit, m'agradaria destacar el grup de control A, que ha obtingut uns resultats altíssims en el test inicial, i on gairebé el 80% dels alumnes els agradaria realitzar activitats computacionals. Si l'educació del segle XXI ha de recolzar-se en la motivació de l'alumnat, podria en aquest cas la computació ser un camí?

### **Treball futur**

Per un treball futur estaria bé realitzar aquest mateix experiment en altres centres on la mostra d'alumnes sigui diferent de la del nostre centre. Seria interessant realitzar-lo amb alumnes que no hagin tingut pràcticament contacte amb la programació i comparar els resultats de millora amb els del nostre estudi.

També, en un treball futur, recomanaria augmentar el nombre de sessions. Nosaltres només en vam poder fer 5, però personalment penso que l'ideal hauria estat fer-ne 7 o 8. A més, no caldria que aquestes sessions siguin d'una hora, podrien ser d'una mica menys. El que pensem que és important és intentar no atapeir massa les sessions de contingut nou.

Per acabar, tot i que no he publicat les dades perquè no estan relacionades amb l'objectiu d'aquest TFM, penso que es podrien utilitzar per fer una anàlisi sobre la diferència de comportament que nois i noies tenen davant la computació.

## 8. Bibliografia

- About - CS Unplugged. (n.d.). Retrieved April 19, 2018, from <https://csunplugged.org/en/about/>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge, 19(3), 47–57.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning and Leading with Technology*, 38(6), 20–23. Retrieved from <http://quijote.biblio.iteso.mx/wardjan/proxy.aspx?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=59256559&lang=es&site=eds-live%5Cnhttps://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=59256559&S=R&D=ehh&EbscoContent=dGJyMMTo50Sep6>
- Bell, T., & Witten, I. H. (1998). *Off-Line Activities and Games for All Ages*. Retrieved from <https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/01/unplugged-book-v1.pdf>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). *Developing Computational Thinking : Approaches and Orientations in K-12 Education. Proceedings EdMedia 2016*. <https://doi.org/10.2791/792158>
- Connection, M. T. H. E. (2015). Students, Computers and Learning. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking: A guide for teachers, 1–18.
- CSTA (2011). *K–12 Computer Science Standards*. Retrieved from [http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA\\_K-12\\_CSS.pdf](http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf)
- European Schoolnet. (2015). Computing our future, (November), 1–87.
- GONZÁLEZ, M. R. (2016). CODIGOALFABETIZACIÓN Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA: VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO Y EVALUACIÓN DE PROGRAMAS. UNED. Retrieved from <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>
- Gouws, L. A., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013). Computational thinking in educational activities. *Proceedings of the 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education - ITICSE '13*, 10. <https://doi.org/10.1145/2462476.2466518>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- INTEF (2018) Hablando de pensamiento computacional en Infantil y Primaria. *Blog de INTEF*. Retrieved April 18, 2018, from <http://blog.educalab.es/intef/2018/02/02/hablando-de-pensamiento-computacional-en-infantil-y-primaria/>
- Jones, J., Mccowan, D., & Stephenson, C. (n.d.). *Curriculum for K – 12 Computer Science : Final Report. October*.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- OCDE. (2015). Students, Computers and Learning: Making the connection. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>
- Román-González, M. (2016). Códigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. UNED. Retrieved from <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2017). Complementary Tools for Computational Thinking Assessment. *International Conference on Computational Thinking Education 2017*, (July), in press.

- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Selby, C. (2013). Computational Thinking : The Developing Definition. *ITiCSE Conference 2013*, 5–8.
- Social.cat. (2015). *L'ús de l'ordinador a les aules no millora els resultats acadèmics*. Retrieved from <https://www.social.cat/noticia/5467/lus-de-lordinador-a-les-aules-no-millora-els-resultats-academics>
- Taub, R., Ben-Ari, M., & Armoni, M. (2009). The effect of CS unplugged on middle-school students' views of CS. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(3), 99. <https://doi.org/10.1145/1595496.1562912>
- Wikipedia, Col·laboradors de la. (2017). Code. Retrieved from <https://ca.wikipedia.org/wiki/Code>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. M. (2008a). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Wing, J. M. (2008b). Five deep questions in computing. *Communications of the ACM*, 51(1), 58. <https://doi.org/10.1145/1327452.1327479>